

LUIZ ALBERTO KOZLOWSKI

**PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA
CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre em Ciências” do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA – PARANÁ- BRASIL
AGOSTO – 1999

LUIZ ALBERTO KOZLOWSKI

**PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS
DANINHAS NA CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM
EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de "Mestre em Ciências" do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Ronzelli Júnior

CURITIBA

1999



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colêgiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **LUIZ ALBERTO KOZLOWSKI**, sob o título "**PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO FEIJOEIRO – COMUM EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 19 de agosto de 1999.

Professor Dr. Claudio Puríssimo
Primeiro Examinador

Professor Dr. Edelclaiton Daros
Segundo Examinador

Professor Dr. Adelino Relissari
Terceiro Examinador

Professor MSc. Henrique Soares Koehler
Quarto Examinador

Professor Dr. Pedro Ronzelli Júnior
Presidente da Banca e Orientador

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
 1 – INTRODUÇÃO	 1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 – Interferência	4
2.1.1 – Mecanismos de interferência	5
2.1.1.1 – Competição por água	7
2.1.1.2 – Competição por luz	8
2.1.1.3 – Competição por nutrientes	10
2.1.1.4 – Competição por CO ₂	11
2.1.1.5 – Competição por espaço	12
2.1.2 – Grau de interferência	12
2.2 – Períodos de Convivência	13
2.3 – Efeitos da Interferência	17
2.4 – Semeadura direta	23
 3 – MATERIAL E MÉTODOS	 26
3.1 – Caracterização do local	26
3.2 – Delineamento experimental	27
3.3 – Instalação do experimento	29
3.4 – Variáveis avaliadas	31
3.4.1 – Rendimento e seus componentes	31
3.4.2 – Matéria seca do feijoeiro	32
3.4.3 – Matéria seca, espécies presentes e grau de infestação das Plantas daninhas	32
3.4.4 – Características morfológicas do feijoeiro	33
3.4.5 – Partição da matéria seca do feijoeiro	33
3.4.6 – Período crítico de prevenção da interferência	34
3.5 – Tratamento estatístico dos dados	35
 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	 39
4.1 – Período crítico de prevenção da interferência	40
4.2 – Rendimento e seus componentes	42
4.2.1 – Rendimento	43
4.2.2 – Número médio de vagens por planta	43
4.2.3 – Número médio de sementes por vagens	45
4.2.4 – Massa média de 100 sementes	46
4.3 – Matéria seca do feijoeiro	47
4.4 – Matéria seca, espécies presentes e grau de infestação das plantas daninhas	49
4.5 – Características morfológicas do feijoeiro	52
4.5.1 – Número médio de ramos por planta	52

4.5.2 – Número médio de vagens nos ramos por planta	55
4.5.3 – Número médio de sementes no caule por planta	56
4.5.4 – Número médio de sementes nos ramos por planta	57
4.6 – Partição da matéria seca dos feijoeiros	58
4.6.1 – Massa seca do caule	58
4.6.2 – Massa seca dos ramos	59
4.6.3 – Massa seca das vagens do caule	60
4.6.4 – Massa seca das vagens dos ramos	61
4.6.5 – Massa seca das sementes do caule	63
4.6.6 – Massa seca das sementes dos ramos	64
4.6.7 – Considerações gerais sobre a partição da matéria seca dos feijoeiros	65
5 – CONCLUSÕES	66
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Tratamentos utilizados no experimento, no ano agrícola de 1996/97 na Fazenda Escola/UEPG, em Ponta Grossa, PR.	28
TABELA 2	Estádios de desenvolvimento do feijoeiro.....	29
TABELA 3	Dias após a emergência (DAE) dos feijoeiros e do calendário (DC) em que os sete estádios fenológicos (V2 a R8) e as testemunhas (T), suja e limpa, foram caracterizados. Fazenda Escola/UEPG, Ponta Grossa, PR. 1996/97.	39
TABELA 4	Dados médios originais de rendimento (R), em kg.ha ⁻¹ , número médio de vagens por planta (NMVP), número médio de sementes por vagem (NMSV) e massa média de 100 sementes (MM100S), em gramas, do feijoeiro, variedade 'FT Nobre', em dois modelos de interferência, inicialmente sujo (S) e inicialmente limpo (L), em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e uma testemunha (T) suja e limpa. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	44
TABELA 5	Composição específica e densidade, em número de plantas por m ² , das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, presentes no modelo de interferência, inicialmente sujo, na cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e em uma testemunha (T) suja. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	51
TABELA 6	Composição percentual da população de plantas daninhas (%), folhas largas e estreitas, presentes no modelo de interferência, inicialmente sujo, na cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e em uma testemunha (T) suja. Fazenda Escola/UEPG, Ponta Grossa. PR. 1996/97.	53
TABELA 7	Dados originais médios do comprimento médio do caule (C), em cm, número médio de ramos por planta (NMRP), número médio de vagens no caule (NMVCP) e nos ramos por planta (NMVRP), número médio de sementes no caule (NMSCP) e nos ramos por planta (NMSRP), do feijoeiro, variedade 'FT Nobre', em dois modelos de interferência, inicialmente sujo (S) e inicialmente limpo (L), em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e uma testemunha (T) suja e limpa. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	54

TABELA 8	Dados médios originais da massa seca, do caule (MSC), dos ramos (MSR), das vagens do caule (MSVC), das vagens dos ramos (MSVR), das sementes do caule (MSSC), e das sementes dos ramos (MSSR), em gramas, do feijoeiro, variedade 'FT Nobre', em dois modelos de interferência, inicialmente sujo (S) e inicialmente limpo (L), em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e uma testemunha (T) suja e limpa. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	62
----------	--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Temperaturas máximas e mínimas, em ° C e precipitação, em mm, nos meses de setembro de 1996 a janeiro de 1997, na Fazenda Escola/UEPG, Ponta Grossa, PR. 1996/97.	27
FIGURA 2	Rendimentos, em kg.ha ⁻¹ obtidos nas parcelas experimentais (sujo e limpo) e ajustado pela regressão não linear (sujoajs e limpoajs) em dois modelos de interferência de plantas daninhas, inicialmente sujo e inicialmente limpo, sobre a cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', observados em dias após a emergência (DAE). Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	42
FIGURA 3	Massa seca de dez plantas do feijoeiro, em gramas, obtida nas parcelas experimentais (msfs e msfl) e ajustada pela regressão não linear (msfsajs e msflajs) em dois modelos de interferência de plantas daninhas, inicialmente sujo e inicialmente limpo, sobre a cultura do feijoeiro comum, variedade 'FT Nobre', observada em dias após a emergência (DAE). Fazenda Escola/UEPG, Ponta Grossa, PR. 1996/97.	48
FIGURA 4	Massa seca, em gramas por m ² , das plantas daninhas, folhas largas (mspdf) e estreitas (mspdf), obtidas nas parcelas experimentais e ajustadas pela regressão não linear (mspdfajs e mspdfajs), no modelo de interferência inicialmente sujo, sobre o feijoeiro, variedade 'FT Nobre', observada em dias após a emergência (DAE). Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	50

RESUMO

No ano agrícola 1996/97 foi conduzido, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em Ponta Grossa, PR, um experimento a campo com o objetivo de determinar o período crítico de prevenção da interferência das plantas daninhas sobre a cultura do feijoeiro-comum, em sistema de semeadura direta, associando este período com a fenologia da planta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2X8, com quatro repetições. Os 16 tratamentos testados foram resultados da combinação de dois modelos de interferência das plantas daninhas: (1) inicialmente sujo e (2) inicialmente limpo, em sete estádios fenológicos do feijoeiro: V2, V3, V4, R5, R6, R7 e R8 e em uma testemunha. A parcela experimental tinha quatro linhas de 7,00 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, com área útil da parcela de 4,50 m². O experimento foi instalado em uma área há oito anos sob plantio direto, com semeadura realizada de acordo com a tecnologia recomendada para a cultura, com adubações no sulco e em cobertura e tratamentos fitossanitários para que os feijoeiros se desenvolvessem normalmente. No modelo de interferência inicialmente sujo, se manteve a presença das plantas daninhas com os feijoeiros desde a sua emergência até que os diferentes estádios fenológicos fossem alcançados, quando então foi feito o controle químico das infestantes, mantendo os feijoeiros na ausência das plantas daninhas até a colheita, tendo este modelo uma testemunha sempre suja, enquanto que, para o modelo inicialmente limpo, os feijoeiros foram mantidos livres da presença das plantas daninhas, por meio de controle químico, desde a sua emergência até os diferentes estádios fenológicos e a partir destes, as parcelas foram mantidas com a presença das infestantes até a colheita, tendo este modelo uma testemunha sempre limpa. Foram avaliados o rendimento e seus componentes, as características morfológicas, a matéria seca e a partição da matéria seca dos feijoeiros, a composição específica, matéria seca e densidade das plantas daninhas. O período crítico de prevenção da interferência, ocorreu entre os estádios fenológicos V4 e R6. A interferência das plantas daninhas reduziu em média 71,00% o rendimento de grãos dos feijoeiros, influenciando negativamente os componentes do rendimento, as características morfológicas, matéria seca e partição da matéria seca dos feijoeiros, especialmente para aqueles estádios fenológicos que conviveram com as plantas daninhas por um maior período de tempo, como o estágio V2, bem como para aqueles em que ocorre uma alta atividade metabólica e fotossintética na planta, com grande demanda pelos fatores de competição, estádios R7 e R8. Com relação a comunidade infestante, as dicotiledôneas representaram 61,30% das plantas daninhas, destacando-se as espécies *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis*, com 30,60% e 16,60%, respectivamente; e as monocotiledôneas com 38,70% da comunidade infestante, com destaque para as espécies *Digitaria horizontalis* e *Brachiaria plantaginea*, com 23,60% e 14,30%, respectivamente.

ABSTRACT

During the 1996/1997 growing season a field experiment was carried out, at the School Farm of Ponta Grossa State University, in Ponta Grossa, PR, with the objective to determine the critical period of weed interference on common bean, in no-tillage system, in association with the physiological stage of bean growth. The experimental design was a randomized complete block arranged in a 2X8 factorial, with four replications. The sixteen treatments evaluated was result of a combination of two interference weed models: (a) relative weedy period, and (b) relative weed-free period, in seven physiological stage of bean growth: V2, V3, V4, R5, R6, R7 and R8, and a check. The experimental plot was 7,0 m long, 4 row, 0,45 m apart, with an area of 4,5 m² total. The experiment was carried out on an area with 8 years under no-till. Planting, fertilization, and insect and diseases control were done according to the technology for the crop. For the relative weedy period model, beans were maintained weed free from its emergence until each different physiological stage growth, for where weeds were controlled with herbicides. Then, plots were kept weed-free until harvest. In the relative weed-free period model, plots were maintained weed-free, with herbicides, from bean emergence until the crops reached the different growth stages studied. From then on, the plots were maintained weedy until harvest. A weed-free and a weed-infested control treatments were included in trial. Yield and yield components, morphological characteristics, dry matter and dry matter partition of bean, specific composition, dry matter and weed density were evaluated. The weed interference critical period was between V4 and R6 physiological stage of growth, and bean yield was reduced in 71,0%, with negative influence on yield components, morphological characteristics, dry matter partition and dry matter of bean, especially for the treatments where weeds stayed longer with the crops. This was the case for the V2 growth stage, as well as those which had high metabolic and photosynthetic activity with great demand of competition factors, such as the R7 and R8 growth stages. Regarding to the weed composition, the dicotyledons represented 61,3%, being *Bidens pilosa* and *Richardia brasiliensis*, the most prevalent, with 30,6% and 16,6%, respectively. Monocotyledons represented 38,7%, and *Digitaria horizontalis* and *Brachiaria plantaginea*, were the most prevalent, with 23,6% and 14,3%, respectively.

1- INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro-comum é uma das mais importantes do Brasil e o feijão é o principal produto básico na alimentação do brasileiro, sendo importante fonte de proteína, além de possuir bom conteúdo de carboidratos e de ser rico em ferro.

A produtividade média da cultura no Brasil é de aproximadamente 670 kg.ha^{-1} (39), sendo considerada muito baixa e isso se deve a vários fatores como, desgaste do solo, irregularidades climáticas, ausência de adubação e correção da acidez do solo, práticas culturais erradas, baixa qualidade das sementes, ataque de pragas e doenças e interferência das plantas daninhas. O feijoeiro por apresentar um sistema radicular superficial, não apresentar um crescimento exuberante, ter porte relativamente baixo, não ter uma vegetação excessivamente ramificada lateralmente, ter ciclo curto e fazer parte do grupo das plantas ditas menos eficientes – C3, não consegue oferecer suficiente competição às plantas daninhas, apresentando reduções bastante significativas no rendimento devido a interferência imposta pelas infestantes (25, 42, 47, 57). Assim, o controle dessas na cultura do feijoeiro-comum é de grande importância para a obtenção de altos rendimentos e a presença de certas espécies de plantas daninhas, especialmente aquelas providas de espinhos ou acúleos, podem dificultar ou mesmo impedir a colheita, que é em grande maioria feita manualmente (24).

O sistema de semeadura direta tem sido utilizado com sucesso pelos agricultores, tendo uma expansão muito grande em termos de área cultivada. Atualmente, pode ser observado nas mais diferentes regiões edafoclimáticas do País, com aumentos expressivos no rendimento de diversas culturas. A utilização de uma adequada cultura de inverno, com boa produção de palha, usada em rotação com o sistema de semeadura direta do feijoeiro reduz a densidade de várias plantas daninhas e à medida que a produção de palha aumenta a população das infestantes tende a diminuir, pelo fato desse sistema alterar a flora das espécies infestantes, até o ponto em que, dependendo da eficiência da implantação e da condução do sistema é possível reduzir o uso de herbicidas ou de outros meios de controle (02, 04, 47, 48).

Poucos são os trabalhos de pesquisa realizados em semeadura direta com o feijoeiro, porém os resultados obtidos mostram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação em semeadura direta. Considerando o crescente interesse pela semeadura direta da cultura do feijoeiro-comum, particularmente na região dos Campos Gerais do Paraná, as informações sobre os estádios de desenvolvimento nos quais os feijoeiros sob semeadura direta são mais sensíveis à interferência exercida pelas plantas daninhas serão de extrema valia para os agricultores que optem por esse tipo de tecnologia.

Assim, formulou-se a hipótese de que se o feijoeiro é sensível à interferência exercida pelas plantas daninhas, então o estágio de desenvolvimento em que tal sensibilidade se manifesta poderá ser definido pela manutenção de diferentes períodos de ausência e presença de plantas daninhas convivendo com a cultura.

O presente trabalho teve como objetivo geral determinar o período crítico de prevenção da interferência das plantas daninhas sobre a cultura do feijoeiro-comum, em sistema de semeadura direta, associando este período com a fenologia da planta e avaliar a eficácia da equação logística, modelo de regressão não linear, para explicar os efeitos da interferência das plantas daninhas no rendimento de grãos do feijoeiro. Os objetivos específicos foram avaliar a influência da interferência das plantas daninhas sobre: o rendimento e seus componentes; na matéria seca e partição da matéria seca dos feijoeiros e nas características morfológicas da planta.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - INTERFERÊNCIA

As culturas agrícolas estão sujeitas aos fatores ambientais, de natureza biótica ou abiótica, que direta ou indiretamente influenciam, não só a sua produtividade biológica, como também o sistema de produção empregado. Nos ecossistemas agrícolas a presença de plantas daninhas condiciona diversos fatores bióticos atuantes sobre as plantas cultivadas, que vão interferir no seu crescimento, desenvolvimento e produtividade, cujos efeitos negativos observados são resultantes de um total de pressões ambientais que estão, direta ou indiretamente, ligados à presença das plantas daninhas no ambiente agrícola. Esse efeito global é denominado de interferência. O termo interferência, portanto refere-se ao conjunto de ações que recebe uma determinada cultura em decorrência da presença da comunidade infestante num determinado local (40).

A intensidade das interferências, normalmente, é avaliada por meio de decréscimos de produção e/ou crescimento da planta cultivada, como consequência da competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente, da liberação de substâncias alelopáticas e, de forma indireta, pelo fato das plantas daninhas atuarem como hospedeiras de pragas, doenças e nematóides, além de dificultarem a

realização dos tratos culturais e colheita. Dentre os componentes do conjunto de interferências, a competição e a alelopatia são os processos de maior significância e que ocorrem com maior frequência, porém, devido a dificuldade de isolar os efeitos destes processos, tem-se procurado quantificar os efeitos do conjunto de interferências (54).

A diferença fundamental entre competição e alelopatia está na primeira se dar pela retirada de elementos do meio ambiente e a segunda pela sua introdução. Em condições naturais é difícil distinguir as duas interferências por, normalmente, se desencadearem ao mesmo tempo, confundindo-se a sintomatologia provocada por elas (02). A forma mais reconhecida ou aceita de interferência entre plantas daninhas e cultivadas é a competição (44).

2.1.1 - MECANISMOS DE INTERFERÊNCIA

A alelopatia é um dos componentes da interferência e refere-se aos efeitos prejudiciais de uma espécie vegetal sobre o crescimento e/ou desenvolvimento de outra espécie vegetal, devido a liberação de substâncias químicas no ambiente comum. As substâncias químicas com efeitos alelopáticos podem ser produzidas em qualquer parte da planta, inclusive nos restos orgânicos, durante o processo de decomposição da palha, sendo que a liberação destas substâncias no ambiente ocorre por volatilização, lixiviação e exudação pelas raízes (03). Normalmente a alelopatia não é um processo recíproco e o efeito alelopático não cessa, necessariamente, com a morte da planta (54).

Dentre os mecanismos de interferência a competição é o mais estudado e, pode ser definida como o recrutamento conjunto, por duas ou mais plantas, de recursos essenciais aos seus crescimentos e desenvolvimentos, que são limitados no ecossistema comum (40). Duas plantas estão competindo entre si quando, uma ou ambas, apresentam redução no seu crescimento ou modificação no seu desenvolvimento, quando comparadas com plantas vegetando isoladamente (12).

A competição entre plantas pode depender de muitas características, tais como, morfologia, capacidade de extrair nutrientes e água do solo, respostas diferenciais à temperatura, ou uma variedade de outros fatores. Entretanto, a habilidade competitiva depende da capacidade líquida da planta em assimilar CO_2 e usar os fotoassimilados para aumentar a sua área foliar ou o seu tamanho (10). A competição é um fenômeno complexo que é governado por vários fatores biológicos, ambientais e de proximidade. Os fatores de proximidade incluem densidade de plantas, proporção de espécies e arranjo espacial entre indivíduos (43).

Os fatores do ambiente que podem influenciar o crescimento e desenvolvimento da planta são normalmente divididos em duas categorias: condições e recursos ambientais. Os recursos ambientais, que são consumidos durante o crescimento da planta incluem, luz, CO_2 , água, nutrientes e O_2 . As condições ambientais como temperatura, pH e compactação do solo não são diretamente consumidos. O resultado da competição pode ser influenciado pelos recursos ou pelas condições ambientais, mas é pelos recursos do ambiente que ocorre a competição entre culturas e plantas daninhas (44).

A competição apenas se estabelece quando a intensidade de recrutamento dos recursos do meio pelos competidores supera a capacidade do meio em fornecer

aqueles recursos ou quando um dos competidores impede o acesso ao recurso por parte do outro competidor (40). Os recursos possíveis de serem envolvidos no processo de competição entre plantas daninhas e cultivadas são água, luz, nutrientes, CO₂ e espaço físico. A competição por tais fatores está sempre presente quando duas ou mais plantas se desenvolverem ao mesmo tempo em um mesmo local (07, 28, 54).

2.1.1.1 - COMPETIÇÃO POR ÁGUA

Os efeitos da competição por água são extremamente variáveis em função da cultura considerada, das espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante e também das características do meio (54). A susceptibilidade à competição por água depende muito da espécie considerada, pois esta varia na eficiência do uso da água, ou seja, na quantidade de matéria seca produzida por unidade de água absorvida. Normalmente as plantas que apresentam metabolismo fotossintético C₄ são mais eficientes e experimentam menores reduções de crescimento, quando a competição por água se intensifica (40). As plantas C₄ tem exigência muito menor em água que plantas C₃, assim, pode-se esperar que plantas com alta eficiência no uso da água seriam mais competitivas que aquelas com baixa eficiência (44).

Um dos fatores mais importantes que limitam a produção das culturas é o fornecimento de água e certas espécies de plantas são capazes de usar menos água por unidade de matéria seca produzida em relação à outras espécies. Essas plantas com menor exigência em água ou eficientes no uso da água apresentam-se

mais produtivas, durante períodos de limitada disponibilidade de água, que aquelas com alta exigência em água. As espécies de plantas daninhas que tem eficiência no uso da água apresentam-se como séria ameaça para as culturas durante os períodos de seca (10). Quando a competição por água ocorre entre duas espécies, um padrão de uso da água envolvendo controle estomático relativamente pobre, altas taxas de transpiração e alta produtividade foliar são estratégias desejáveis para um competidor. Entretanto, o alto nível de estresse hídrico, associado com tais padrões de uso da água, devem ser tolerados por um competidor para que tenha vantagem sobre a outra espécie. Pela utilização de quantidade desproporcionalmente grande de água, via transpiração, uma planta pode limitar a disponibilidade de água à outra planta. Parece que a quantidade de água disponível para uso, sob regime de competição, é determinado pelo grau diferencial de controle estomático apresentado entre as espécies, assim, o usuário da água controla a sua disponibilidade enquanto que o conservador sacrifica parte da produtividade para sobreviver em um ambiente com limitada disponibilidade de água (44).

2.1.1.2 - COMPETIÇÃO POR LUZ

A competição por luz ocorre em quase todas as situações de cultivo e exceções são encontradas quando as plantas são muito jovens ou estão bem espaçadas. Em muitos sistemas de cultivos, onde os nutrientes e a água são fornecidos, a luz é freqüentemente o único fator que torna-se limitante para o crescimento da planta. Uma extrema redução na intensidade de luz é observada sob dosséis herbáceos, onde somente de 1 a 4% da radiação total é encontrada, com significativas reduções

na produtividade individual das plantas, devido à limitação da luz (44). A competição por luz é primordial, especialmente em culturas de baixo porte, quando exerce grande efeito sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Assim, as plantas daninhas devem ser removidas antes que o sombreamento da cultura se torne efetivo, pois quando a remoção é tardia, além da produtividade a qualidade da produção pode ser comprometida (40).

A competição por luz difere da competição por água e nutrientes em alguns aspectos. A razão básica para esta diferença está na natureza da luz, pois com água e nutrientes existe hipoteticamente uma reserva para a planta, que pode ser alta ou baixa, mas em sua essência existe um fornecimento constante, ocorrendo competição quando o fornecimento desses recursos estiver em níveis muito baixos. Com a luz a situação é muito diferente porque não existe reserva disponível de luz para a planta e a luz, na forma de fóton, está breve ou instantaneamente disponível e se não for usada pela folha o fóton é perdido, assim como, a fonte de energia para a fotossíntese. Por esta razão, um fator muito importante para a planta, na competição por luz, é a posição física da folhagem para a interceptação da luz, sendo especialmente importante em termos de posição das folhas de uma planta em relação à folhagem da outra (44).

Quando duas ou mais plantas estão crescendo próximas umas das outras suas raízes se entrelaçam assim que penetram no solo e suas folhagens provocam um sombreamento, onde as plantas mais altas são mais efetivas no sombreamento. A competição por luz entre plantas ocorre devido ao favorável posicionamento de suas folhas em relação à interceptação da luz. As plantas mais eficientes na competição por luz são aquelas mais altas e capazes de posicionar suas folhas de forma a

interceptar uma maior quantidade de luz em relação às plantas vizinhas na fase inicial de crescimento. O sombreamento das plantas mais baixas pelas mais altas é o principal meio pelos quais as plantas competem por luz (07).

2.1.1.3 - COMPETIÇÃO POR NUTRIENTES

Espécies de vegetais crescendo próximas, umas das outras, plantas daninhas ou cultivadas, podem interagir competitivamente por nutrientes. Os nutrientes são uma das maiores fontes de competição entre as plantas cultivadas e as daninhas. Frequentemente, quando as plantas daninhas estão crescendo em associação com as culturas, os níveis dos nutrientes nestas diminuem quando comparados com os das culturas crescendo na ausência das plantas daninhas. Em algumas associações de plantas daninhas e culturas as infestantes podem até apresentar um consumo de luxo dos nutrientes em relação à cultura. A ausência de plantas daninhas num sistema de cultivo melhora a disponibilidade de nutrientes para a cultura e aumenta a produtividade dentro dos limites impostos pela água ou outro recurso do ambiente (44).

A competição por nutrientes é de grande importância, pois na maioria das vezes, eles são limitados no solo e essa competição depende, em alto grau, das espécies de plantas daninhas presentes, devido à grande variação que ocorre em termos de retirada dos nutrientes do solo apresentada pelas diferentes espécies; do acúmulo de matéria seca pela comunidade infestante; e do nutriente (40).

2.1.1.4 - COMPETIÇÃO POR CO₂

Sendo a atmosfera um imenso reservatório de CO₂, em condições normais, a competição por CO₂ é desprezível, porém, a mesma é possível em comunidades muito densas, envolvendo populações em intenso crescimento vegetativo, durante períodos de elevada luminosidade, baixa movimentação do ar e em condições térmicas e hídricas adequadas (40). A competição direta por CO₂ é teoricamente possível entre plantas daninhas e cultivadas crescendo próximas umas das outras. Sob condições de campo, zonas de depleção de CO₂ podem ocorrer dentro de um dossel, entretanto, a competição por CO₂ provavelmente não será significativa, porque a concentração de CO₂ na atmosfera é sempre maior do que o ponto de compensação de CO₂ das plantas (44).

Plantas que apresentam altas taxas de fixação de CO₂ tem uma vantagem inicial, que fazem com que elas ou sejam potencialmente plantas com altas produções ou plantas daninhas altamente competitivas. Se as altas taxas de fixação de CO₂ estão associadas com características, tais como propagação rizomatosa ou estolonífera, ou produção de muitas sementes facilmente disseminadas, o resultado provavelmente será uma planta muito competitiva (10). As plantas daninhas e cultivadas fixam CO₂ produzindo açúcares pelas duas maiores rotas fotossintéticas, que são as rotas das plantas C3 ou C4. Muitas culturas e plantas daninhas anuais de verão possuem a rota C4 de fixação do CO₂, enquanto que a rota C3 é mais comum ou prevalece entre as plantas daninhas de inverno e culturas de estação fria. Sob condições de alta intensidade de luz e altas temperaturas, as plantas C4, aparentemente, são mais competitivas do que as espécies C3, entretanto, sob

condições moderadas, as vantagens fotossintéticas das plantas C4 são diminuídas e as espécies C3 são freqüentemente superiores (44).

2.1.1.5 - COMPETIÇÃO POR ESPAÇO

O espaço refere-se a disponibilidade conjunta de todos os recursos do ambiente necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como as suas interações, assim a conquista de espaço, ou a habilidade diferencial das plantas em retirar os recursos do ambiente, determinam o resultado da competição (44).

A competição por espaço é de difícil quantificação e compreensão, porém deve-se admitir que a mesma ocorra sempre que uma planta for forçada a assumir uma arquitetura que não lhe é característica, mudando o posicionamento dos seus órgãos, porque os espaços que elas deveriam ocupar já se encontram ocupados por outras plantas (54). Assim que as plantas daninhas tornam-se estabelecidas nas linhas e entrelinhas da cultura, estas ocupam um determinado espaço horizontal e vertical dentro do dossel e o espaço influenciado pelas plantas daninhas é chamado de área de influência e assim que esta área aumenta, as espécies de plantas daninhas tornam-se potencialmente mais competitivas (37).

2.1.2 - GRAU DE INTERFERÊNCIA

O grau de interferência normalmente é medido com relação à produção da planta cultivada e pode ser definido como a redução percentual da produção econômica de determinada cultura, provocada pela interferência da comunidade

infestante (40). O grau de interferência depende de características da cultura, como variedade ou espécie, espaçamento e densidade de plantio; de características da comunidade infestante, como composição específica, densidade e distribuição; de características do ambiente, referentes às condições edáficas, climáticas e de manejo do sistema agrícola; e da época e duração do período de convivência entre planta daninha e cultura (14). De todos os fatores que influenciam o grau de interferência o mais importante é, talvez, o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas estão disputando os recursos do meio (40).

2.2 - PERÍODOS DE CONVIVÊNCIA

De um modo geral pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência cultura - comunidade infestante, maior será o grau de interferência. No entanto, isto não é totalmente válido, pois depende do momento do ciclo da cultura em que este período de convivência ocorre (40). Quanto aos períodos de convivência entre as plantas daninhas e cultivadas, destacam-se três períodos. O primeiro denominado de período total de prevenção da interferência (PTPI), que é o período, a partir da emergência ou do plantio, quando a cultura deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que a sua produtividade, qualidade da produção ou outra característica não sejam alterados significativamente. O segundo período é denominado período de pré-interferência ou anterior à interferência (PAI), que é o período a partir da emergência ou do plantio, quando a cultura pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outra característica sejam alterados significativamente. Finalmente um terceiro período designado por período

crítico de prevenção da interferência (PCPI), que é o período em que o controle da vegetação infestante realmente é crítico, ou seja, antes que a comunidade infestante interfira na produtividade ou outra característica da cultura até a época em que doravante não mais as influenciarão (41). O período crítico de competição é o período de tempo em que medidas de controle são necessárias para evitar a continuidade da interferência entre a cultura e as plantas daninhas, evitando perdas no rendimento. Entretanto, este período deve ser considerado como um estágio de desenvolvimento da cultura em relação às plantas daninhas e não como um período de tempo definido (44). O período crítico de competição varia com a cultura, cultivar, local, estação de crescimento, plantas daninhas presentes e possivelmente com a densidade da cultura (61).

Em um estudo de matocompetição na cultura do feijoeiro, verificou-se que a presença das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura reduziu a produção em 23%, em comparação com o tratamento limpo. Nos tratamentos em que o feijoeiro ficou no limpo, durante 20 ou mais dias, as produções foram semelhantes entre si e o mato que germinou após o período de 20 dias no limpo não causou prejuízo na produção do feijoeiro (13).

Trabalhos de pesquisa sobre a competição das plantas daninhas com a cultura do feijoeiro-comum, demonstraram que as máximas produções podem ser obtidas quando se mantém sem a concorrência com as plantas infestantes durante os primeiros 30 dias de desenvolvimento da cultura e que o período crítico de competição ocorreu entre 10 e 30 dias após a emergência, quando as plantas daninhas podem diminuir o rendimento da cultura em até 70% (10, 36, 57).

Avaliando-se a matocompetição entre *Cyperus rotundus* e o feijoeiro, constatou-se que os rendimentos máximos foram obtidos quando as plantas daninhas foram eliminadas por 4 a 5 semanas após o plantio e que a produtividade do feijoeiro foi reduzida em 50% e 80% nas épocas das águas e da seca, respectivamente (59).

Na avaliação do período de matocompetição em feijão-vagem, cultivar Macarrão, verificou-se que o período crítico de prevenção da interferência ocorreu a partir da 4ª até a 7ª semana após a emergência da cultura, e que as plantas daninhas reduziram a produção de vagens em 80%, na testemunha mantida sempre no sujo (51).

Avaliando-se a resposta de oito cultivares de feijoeiro (Manteigão Fosco II, Preto Sessenta dias, Diacol Calima, Ouro, Rico 23, Negrito 897, Carioca e Ricopardo 896) em três níveis de competição com as plantas daninhas (cultura no limpo o ciclo todo, no limpo até 30 dias após a emergência da cultura e no mato o ciclo todo), constatou-se que a manutenção da cultura livre da competição com as plantas daninhas, por um período de 30 dias após a emergência dos feijoeiros, foi suficiente para se alcançar a máxima produtividade (30).

Submetendo a cultura do feijoeiro-comum a diferentes períodos de convivência com as plantas daninhas a fim de determinar o período crítico de competição, observou-se que este correspondeu aos 30 primeiros dias após a emergência do feijoeiro e que houve uma redução no rendimento de 21% na média dos tratamentos devido à competição (48).

Em estudo de matocompetição, determinou-se que o período crítico de competição entre as plantas daninhas e o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Muy Finca, ocorreu entre o 14º e o 70º dia após o plantio da cultura e que no tratamento

em que as plantas daninhas permaneceram por todo o ciclo do feijoeiro, houve uma redução de 57% no rendimento (18).

Estudando-se o efeito de diferentes períodos de convivência entre as plantas daninhas e diferentes variedades de feijoeiro, constatou-se redução no rendimento de grãos devido a competição, e que o período crítico de prevenção da interferência ocorreu a partir de 20 dias após a emergência da cultura até um pouco menos da metade do ciclo das diferentes cultivares (09). Algumas culturas, como o feijoeiro, apresentam um período crítico de competição com as plantas daninhas que seria de 25 a 33% do total de dias que dura o ciclo da cultura (27).

Em dois anos de estudos de campo no Canadá, para determinar o período crítico de competição entre plantas daninhas em dois cultivares de feijoeiro, constatou-se que o período crítico de prevenção da interferência ocorreu entre os estádios fenológicos da segunda folha trifoliolada e as primeiras flores do feijoeiro, correspondendo a 24 e 43 dias após a semeadura, respectivamente (60).

Ensaio de campo foram conduzidos em 1993 e 1995, em Camarões, para determinar o período crítico de controle de plantas daninhas em três cultivares de feijoeiro (Maringue, PH 330 e GLP 190) e observou-se que o período crítico ocorreu entre a emergência e a iniciação floral do feijoeiro e entre a emergência e o estágio de segunda folha trifoliolada, para a cultivar Maringue em 1993 e 1995, respectivamente. Para os outros cultivares o período crítico ocorreu entre os estádios da primeira folha trifoliolada e o enchimento de grãos, em ambos os anos (35).

Estudando-se o efeito de períodos de interferência (0, 3, 6, 9 e 12 semanas) de *Solanum sarrachoides* sobre o rendimento de grãos do feijoeiro, constatou-se que

foram necessárias de seis a nove semanas após a emergência da cultura, sem a presença das plantas daninhas para que não houvesse redução na produção de grãos. A convivência das plantas daninhas nas primeiras três semanas após a emergência foram suficientes para reduzir a produção do feijoeiro. Durante o período de interferência a biomassa e produção de grãos do feijoeiro foram reduzidas em média de 63,1 e 24,7 gramas por m², respectivamente, para cada semana de interferência após a emergência da cultura (11).

Estudando-se o período de convivência entre *Xanthium strumarium* e o feijoeiro em 1987 e 1988, verificou-se que, quando o *X. strumarium* emergiu junto com o feijoeiro o período de convivência ocorreu entre a emergência e o estágio de florescimento da cultura, em ambos os anos, porém a produção foi reduzida significativamente quando as plantas daninhas permaneceram até a colheita, pois, do estágio de florescimento à colheita o *X. strumarium* obteve um crescimento superior ao do feijoeiro e o sombreamento assim como a competição por água e nutrientes foram importantes fatores de interferência que ocorreram durante o período de florescimento e desenvolvimento de vagens, que é um período crítico para a cultura (34).

2.3 - EFEITOS DA INTERFERÊNCIA

O principal efeito da interferência entre plantas daninhas e cultivadas é a redução do rendimento das culturas devido a competição pelos fatores de crescimento, tais como água, nutrientes, luz e CO₂, porém outros efeitos indesejados também podem ocorrer como redução na qualidade do produto, as plantas daninhas intensificam os problemas com pragas, doenças e nematóides, reduzem a

eficiência da colheita, as plantas daninhas venenosas em pastagens ou em forrageiras causam danos aos animais e plantas daninhas aquáticas reduzem a eficiência dos sistemas de irrigação (19, 28).

O efeito da competição das plantas daninhas no rendimento das culturas é influenciado tanto pela habilidade competitiva e densidade da planta daninha como da cultura. Estes fatores são influenciados pelas condições ambientais, incluindo condições de clima e de solo e práticas de manejo, tais como nível de fertilização, espaçamento de plantio, rotação de culturas e outros mais (53).

Em trabalho sobre competição entre plantas daninhas e o feijoeiro, verificou-se que especialmente durante os períodos de estiagem a *Cyperus rotundus* compete pela água do solo, porém, quando a água é suficiente, a tiririca compete com o feijoeiro no uso de nutrientes e luz (59).

Estudando-se os efeitos da competição das plantas daninhas em cultivares precoces de feijoeiros, constatou-se que os feijoeiros que permaneceram em competição durante todo o ciclo comparado aos que permaneceram sempre na ausência das plantas daninhas, mostraram redução no desenvolvimento foliar, na altura das plantas, no número de vagens por planta, no número de grãos por vagem, na produção de grãos (51%) e no índice de colheita (31).

Em estudo sobre a competição específica de plantas daninhas na cultura do feijoeiro, verificou-se que a competição reduziu a produção do feijoeiro em 37,33%, quando comparada à testemunha capinada e que o número de vagens por planta foi o único componente de produção influenciado pela competição, juntamente com a redução na população final de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Concluiu-se também que o fator de competição responsável pela redução na produção parece

ser a luz, pois, não foram constatadas alterações nutricionais nos feijoeiros sob regime de competição, quando comparados à testemunha capinada. Também a concorrência por água não parece ter ocorrido, pois, no período em que o ensaio permaneceu no campo, não houve escassez hídrica (15, 16).

Em um estudo de avaliação do comportamento de oito cultivares de feijoeiro quando em competição com as plantas daninhas, observou-se como efeitos da competição, reduções no rendimento dos feijoeiros que variaram em função dos diferentes cultivares, sendo que os cultivares de maior produtividade, em condições de ausência de competição com as plantas daninhas, foram os mais prejudicados quando submetidos à forte competição. Houve a tendência de, quando em competição com as plantas daninhas, os feijoeiros promoverem menor cobertura vegetativa do solo, diminuição da população final e da qualidade comercial das sementes, embora a altura dos feijoeiros não tenha sido influenciada (30).

Em trabalho realizado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pirata 2, sob vários níveis de infestação de *Bidens pilosa* e *Sorghum halepense*, constatou-se que a presença dessas espécies reduziram o rendimento do feijoeiro e que a redução aumentou conforme aumentou o número de plantas daninhas por unidade de área, até chegar a 48,92% e 43% de redução com 148.152 plantas por ha, tanto de *Bidens pilosa* quanto de *Sorghum halepense*, respectivamente. Os aumentos das populações das plantas daninhas também influenciaram negativamente sobre a formação de biomassa e de vagens por planta no feijoeiro, de forma significativa (17).

Avaliando-se a capacidade competitiva de seis cultivares de feijoeiro nos seguintes tratamentos: não capinado o ciclo todo, capinado a partir de 20 dias após

a semeadura, capinado a partir de 40 dias da semeadura e capinado o ciclo todo, observou-se que houve redução no rendimento de grãos quando as plantas daninhas estiveram presentes durante o ciclo todo e até 40 dias após a semeadura, devido a matocompetição. Verificou-se também que houve redução no número de vagens por planta e que esta redução variou em função das diferentes capacidades competitivas dos cultivares de feijoeiro (52).

Estudando-se o efeito de diferentes períodos de competição entre plantas daninhas e o feijoeiro, concluiu-se que os efeitos dos danos que as plantas daninhas causam sobre o feijoeiro é maior a medida que as plantas daninhas alcançam maior desenvolvimento, devido ao fato de que quando mais desenvolvidas competem em maior grau com o feijoeiro por luz, água, nutrientes e CO₂ (09).

Avaliando-se o efeito da competição das plantas daninhas sobre os componentes do rendimento de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nos anos de 1986 e 1987, constatou-se que o número médio de vagens por planta, para cada cultivar, foi significativamente diminuído pelo aumento da duração do período de competição das plantas daninhas após a semeadura. Verificou-se também que o número médio de grãos por vagem e peso de 100 sementes não sofreram reduções significativas devido a competição, concluindo que o número de vagens por planta é o componente do rendimento mais sensível a interferência das plantas daninhas (35, 60).

Avaliando-se o efeito de várias densidades e períodos de interferência de *Solanum sarrachoides* sobre o feijoeiro, verificou-se que o índice de colheita diminuiu de 39 e 35% na ausência das plantas daninhas para 22 e 21% no feijoeiro infestado com 100 plantas de *S. sarrachoides* por metro de fileira da cultura em 1988

e 1989, respectivamente; a redução na produção de grãos do feijoeiro foi de 77%. Observou-se também que as plantas daninhas atingiram uma altura de 15 a 20 cm superior em relação ao dossel da cultura, e quando as densidades da planta daninha foram de 20 ou mais plantas por metro de fileira, formou-se um denso dossel das infestantes acima do feijoeiro, ocorrendo a competição por luz entre *S. sarrachoides* e a cultura (11).

Estudando, em ensaios de 2 anos, o efeito da interferência de uma população natural de *Sonchus arvensis* sobre o crescimento, rendimento, desenvolvimento das sementes e características da plântula do feijoeiro, em dois diferentes espaçamentos (35,6 e 71,1 cm) cada um com a presença e ausência da planta daninha, verificou-se que no primeiro ano as plantas daninhas com densidades de 82 plantas por m², no espaçamento de 35,6 cm, e de 90 plantas por m², no espaçamento de 71,1 cm, reduziram o rendimento dos feijoeiros em 48 e 36%, respectivamente. No segundo ano, com menor índice de precipitação pluvial, as plantas daninhas com densidades de 93 plantas por m², no menor espaçamento e 88 plantas por m², no maior, reduziram o rendimento em 84 e 83%, respectivamente. Houve redução significativa no número de vagens e de sementes por planta, em ambos os anos, devido a interferência. Observou-se também que o *Sonchus arvensis* reduziu significativamente o peso da semente, a porcentagem de germinação e a altura das plântulas dos feijoeiros, onde o peso das sementes foi reduzido pelo menos em 26%, quando comparado com as sementes produzidas por feijoeiros que cresceram na ausência da planta daninha. A porcentagem de germinação das sementes produzidas por feijoeiros que cresceram na presença da planta daninha foi menor quando comparada à das plantas que cresceram na ausência de *S. arvensis*. Estes

resultados indicam que o *S. arvensis* influencia negativamente o peso das sementes e o desenvolvimento da plântula do feijoeiro devido a competição por recursos limitados como a água ou, também, por exposição direta a substâncias químicas inibitórias, produzidas pela planta daninha (62).

Avaliando-se o efeito da interferência de *Xanthium strumarium* sobre o feijoeiro, observou-se que o aumento da densidade da planta daninha de 0,5 para 8 plantas por m² promoveu redução na produção do feijoeiro de 8 para 44% em 1987 e de 2 para 55% em 1988, em razão da redução do peso e número de vagens por planta do feijoeiro (34).

Em dois anos de estudo no Canadá, avaliando-se os efeitos combinados entre cultivares, espaçamento entre-linhas e densidade de plantas daninhas anuais sobre o feijoeiro, constatou-se que as populações não controladas de plantas daninhas reduziram a produção do feijoeiro em 70%, havendo uma correlação negativa entre produção total de biomassa pela planta daninha e produção final do feijoeiro, onde para cada kg por ha de acréscimo na biomassa da planta daninha havia uma redução média de 0,380 kg por ha na produção do feijoeiro. A competição das plantas daninhas de longa estação reduziram significativamente o número total de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes (33).

2.4 – SEMEADURA DIRETA

A semeadura direta é um sistema de exploração agropecuária que envolve diversificação de espécies via rotação de culturas, as quais são estabelecidas na lavoura mediante a mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo (20).

A semeadura direta difere dos restantes sistemas de cultivo, essencialmente, por o solo não ser revolvido e os resíduos vegetais, quer das plantas silvestres quer das cultivadas, permanecerem na superfície do terreno, formando o que se designa por cobertura morta (05).

Apesar de ser um sistema muito utilizado em outras culturas, como a soja, a utilização para a cultura do feijão é rara, especialmente em virtude da carência de informações técnicas específicas (58) e poucos são os trabalhos de pesquisa realizados em semeadura direta com o feijoeiro, porém os resultados obtidos mostram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação de culturas em semeadura direta (08).

No sistema de semeadura direta a cobertura do solo com restos culturais, de culturas anteriores, além de proteger eficientemente o solo da erosão, propicia o controle de grande parte das espécies daninhas, pela sua ação de cobertura e pela alelopatia. Nesse sistema, devido ao fato de não movimentar o solo, ocorrem drásticas mudanças no comportamento das plantas daninhas (55) e as coberturas mortas podem influir, qualitativa e quantitativamente, na composição da cobertura florística que nelas se desenvolve, por interferir no processo de quebra de dormência das sementes e pela sua ação alelopática sobre a germinação e desenvolvimento das plântulas (04).

As espécies daninhas anuais tendem a diminuir, com um importante aumento de espécies perenes. Entretanto algumas espécies anuais, como a *Brachiaria plantaginea* e a *Euphorbia heterophylla*, tem demonstrado uma maior agressividade no sistema de semeadura direta, que no sistema convencional, especialmente em situações de pouca cobertura morta (06, 32, 56).

A cobertura morta, na semeadura direta, impede que muitas espécies daninhas germinem se encobertas por uma camada uniforme de palha. Estas germinam somente após a quebra da dormência de suas sementes, quando a palha já se decompôs. Com isto causa um importante atraso na germinação, permitindo que as plantas da cultura instalada provoquem o sombreamento total do solo, com acentuada redução na infestação de espécies daninhas. Este efeito depende, entretanto, do tipo de resto cultural e de sua distribuição e quantidade (49).

Tem-se observado que algumas coberturas mortas exercem evidente efeito alelopático sobre algumas espécies de plantas daninhas mas, devido à pouca quantidade de palha que produzem, logo perdem esse efeito e uma densa infestação toma conta do terreno, porém, em outras espécies, mesmo não exercendo forte efeito alelopático, produzem grande quantidade de palha, inibindo a emergência das ervas, sobretudo pelo efeito físico sobre o solo (46).

A presença da cobertura morta, pela sua ação física é, pois, um dos fatores que influenciam a modificação do complexo florístico que se verifica em semeadura direta. Nesse sistema o solo não é revolvido e este fato por si só influencia a intensidade e a composição florística da infestação que se desenvolve no terreno. Com o revolvimento alteram-se as condições físicas do solo, as quais influenciam a

quebra de dormência das sementes que, se mantidas enterradas, permaneceriam dormentes (02).

A existência da cobertura seca vegetal ou a adição de material orgânico sobre a superfície do solo podem alterar totalmente os resultados da convivência entre plantas (21).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O trabalho experimental de campo foi instalado e conduzido no ano agrícola de 1996/97 na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em Ponta Grossa, Paraná, gleba experimental I, entre as coordenadas de 25° 05' de latitude Sul, 50° 03' de longitude Oeste e altitude de 880 metros.

A região, segundo a classificação de Koëpen, apresenta clima do tipo Cfb – sub-tropical úmido, mesotérmico, com verões frescos, geadas severas e freqüentes, sem estação seca, com temperatura média do mês mais quente menor do que 22° C e média do mês mais frio menor que 18° C, a precipitação pluvial do trimestre menos chuvoso é de 250 a 300 mm e o mais chuvoso de 450 a 500 mm (26). Na Figura 1, estão representados os dados meteorológicos que ocorreram durante o ciclo da cultura do feijoeiro-comum, sendo considerados como típico da região e satisfatório para o crescimento e desenvolvimento da cultura (42).

O experimento foi instalado em solo pertencente à unidade de mapeamento Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado a plano (38).

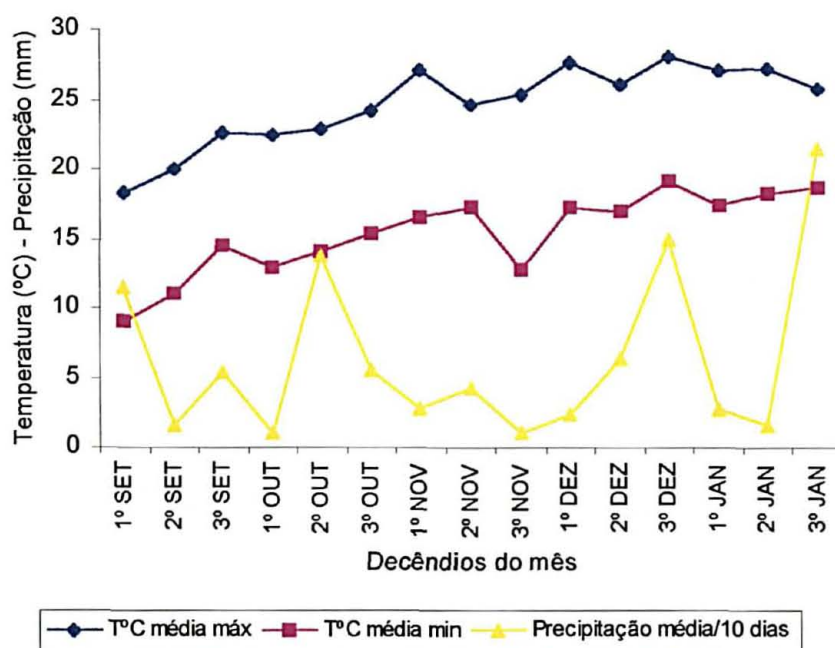


FIGURA 1 Temperaturas máximas e mínimas, em ° C e precipitação, em mm, nos meses de setembro de 1996 a janeiro de 1997, na Fazenda Escola/UEPG, Ponta Grossa, PR. 1996/97.

3. 2 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com tratamentos em arranjo fatorial 2 x 8, com quatro repetições. Os 16 tratamentos testados e apresentados na Tabela 1, resultaram da combinação de dois modelos de interferência das plantas daninhas: (a) inicialmente sujo (S) e (b) inicialmente limpo (L), aplicados em sete estádios de desenvolvimento do feijoeiro: V2, V3, V4, R5, R6, R7 e R8 (21), conforme apresentado na Tabela 2 e em uma testemunha (T).

TABELA 1 Tratamentos utilizados no experimento, no ano agrícola de 1996/97 na Fazenda Escola/UEPG, em Ponta Grossa, PR.

Estádios	Modelos de Interferência	
	Sujo (S) ¹	Limpo (L) ²
V2	V2S	V2L
V3	V3S	V3L
V4	V4S	V4L
R5	R5S	R5L
R6	R6S	R6L
R7	R7S	R7L
R8	R8S	R8L
Testemunha	TS	TL

¹ inicialmente sujo (S) até o estágio aplicado, após o que o tratamento foi mantido no limpo até a colheita.

² inicialmente limpo (L) até o estágio aplicado, após o que o tratamento foi mantido no sujo até a colheita.

TABELA 2 Estádios de desenvolvimento do feijoeiro.

Estádios	Descrição ¹
V0	Germinação
V1	Emergência
V2	Folhas primárias abertas
V3	Primeira folha trifoliolada aberta e plana
V4	Terceira folha trifoliolada aberta e plana
R5	Primeiro rácimo floral nos nós inferiores – Pré-floração
R6	Primeira flor aberta – Floração
R7	Primeira vagem com a corola murcha ainda ligada ou caída – Formação de vagem
R8	Plantas iniciam o enchimento da primeira vagem – Enchimento de grão
R9	Maturação

¹ A caracterização do estágio é definida quando 50% ou mais plantas da parcela ou amostra apresentam as características descritas.

Fonte: FERNÁNDEZ, *et al.* 1982.

3.3 - INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em uma área há oito anos sob semeadura direta, tendo o trigo como cultura anterior. Inicialmente em 23 de setembro de 1996 foi feito o manejo químico do trigo com Glifosate na dose equivalente a 2,00 L ha⁻¹ do produto comercial (45) com sete dias de antecedência à semeadura, que foi realizada em 30 de setembro de 1996, mecanicamente, com uma semeadora PS 8 - Semeato, adaptada para a semeadura direta, onde foram colocadas 16 sementes por metro linear de sulco, que foram tratadas com fungicida Benomyl na dose

equivalente a 100 gramas do produto comercial por 100 kg de semente (24), para prevenir contra a ação de fungos visando a manutenção da população desejada de plantas. A semeadura foi realizada de acordo com a tecnologia recomendada para a cultura e a emergência ocorreu em 07 de outubro de 1996. Foi utilizada a variedade de feijão 'FT Nobre', com hábito de crescimento indeterminado, tipo II, grupo comercial preto (23). Para a adubação de semeadura foram utilizados 350 kg ha⁻¹ do formulado 2-25-25, sendo feita mecanicamente no momento da semeadura de forma que todos os tratamentos receberam a mesma adubação de semeadura, visando atender às exigências nutricionais do feijoeiro.

Foram utilizados os tratos culturais necessários para que a cultura se desenvolvesse normalmente. Assim, foi feita uma adubação de cobertura no estágio fenológico V3, aplicando-se 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, sendo realizada manualmente visando maior precisão da aplicação.

Para o controle de pragas realizou-se uma pulverização com Methamidophos na dose equivalente a 1,00 L ha⁻¹ do produto comercial (24) e para o controle de doenças foi feita uma aplicação de Tiofanato Metílico + Chlorothalonil na dose equivalente a 2,50 kg ha⁻¹ do produto comercial (24), ambas as aplicações foram feitas no estágio fenológico V4, sendo realizadas com equipamento pressurizado a CO₂ equipado com barra com quatro bicos cônicos e volume de aplicação de 150 L ha⁻¹. A colheita foi manual e a trilha realizada no campo com trilhadeira estacionária de parcelas.

A parcela experimental foi composta por quatro linhas espaçadas entre si de 0,45 m com 7,0 m de comprimento, perfazendo 12,60 m² de área total. Para fins de avaliação foram consideradas como área útil das parcelas experimentais as duas

linhas centrais com 5,00 m de comprimento, desprezando-se 1,00 m a título de bordadura, na frente e no fundo de cada parcela, totalizando 4,50 m², onde foram feitas as avaliações, na colheita, do rendimento e seus componentes, das características morfológicas e partição da matéria seca do feijoeiro.

3.4 - PARÂMETROS AVALIADOS

3.4.1 – RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES

O rendimento foi avaliado na colheita das plantas da área útil das parcelas experimentais. Após a coleta das plantas foi feita a debulha e os grãos, adicionados aos grãos das outras dez plantas utilizadas para a avaliação dos componentes do rendimento, foram pesados para o cálculo do rendimento da cultura, em gramas por parcela, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade e transformados em kg ha⁻¹.

Os componentes do rendimento foram avaliados a partir da coleta de dez plantas, sempre da mesma linha, da área útil de cada uma das parcelas experimentais, nas quais foram feitas a contagem do número total de vagens para obtenção do número médio de vagens por planta, contagem do número total de sementes, na amostra de dez plantas, para obtenção do número médio de sementes por vagem e a contagem de três amostras de 100 sementes da parcela toda, para determinação da massa média de 100 sementes, em gramas.

3.4.2 - MATÉRIA SECA DO FEIJOEIRO

Foi feita a coleta, ao acaso, de dez plantas do feijoeiro nas duas linhas laterais externas à área útil, em cada uma das parcelas experimentais, cinco plantas em cada linha, em cada um dos diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro: V2, V3, V4, R5, R6, R7 e R8, tanto no modelo inicialmente sujo como no inicialmente limpo, com posterior secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar a 70° C até peso constante, para posterior determinação da biomassa epígea seca.

3.4.3 - MATÉRIA SECA, ESPÉCIES PRESENTES E GRAU DE INFESTAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS

Foi feita a coleta, contagem e identificação das espécies de plantas daninhas presentes em uma área central de 0,5 m², na área útil das parcelas inicialmente sujas, para determinação da composição específica da comunidade infestante, em percentagem e densidade de indivíduos das populações de plantas daninhas presentes, corrigindo a densidade para número de plantas por m², em cada um dos diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro: V2, V3, V4, R5, R6, R7 e R8 e nas testemunhas sujas, sendo neste caso a coleta, a contagem e a identificação feitas junto com a maturação e colheita dos feijoeiros. Posteriormente foi feita a secagem das plantas daninhas em estufa de circulação forçada de ar a 70° C até peso constante, para determinação da biomassa epígea seca.

3.4.4 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO FEIJOEIRO

Na colheita foram avaliadas as características morfológicas do feijoeiro, a partir das dez plantas coletadas na área útil de cada uma das parcelas experimentais, sempre na mesma linha , onde foram feitas as seguintes avaliações:

- a) Determinação do comprimento médio do caule, em centímetros, na amostra de dez plantas;
- b) Contagem do número de ramos, na amostra de dez plantas, para obtenção do número médio de ramos por planta;
- c) Contagem do número total de vagens, na amostra de dez plantas, separando em vagens no caule e nos ramos, para obtenção do número médio de vagens no caule por planta e número médio de vagens nos ramos por planta;
- d) Contagem do número total de sementes, na amostra de dez plantas, separando em sementes das vagens no caule e dos ramos, para obtenção do número médio de sementes no caule por planta e número médio de sementes nos ramos por planta.

3.4.5 - PARTIÇÃO DA MATÉRIA SECA DO FEIJOEIRO

Na colheita foi avaliada a partição da matéria seca do feijoeiro, a partir das dez plantas coletadas na área útil de cada uma das parcelas experimentais, sempre na mesma linha, para verificar a influência das plantas daninhas no acúmulo de massa seca nas diferentes partes aéreas da planta, sendo feita as seguintes determinações: massa seca, do caule, dos ramos, das vagens do caule, das vagens dos ramos, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70° C até peso

constante; e massa seca das sementes do caule e das sementes dos ramos, após pesagem, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade.

3.4.6 - PERÍODO CRÍTICO DE PREVENÇÃO DA INTERFERÊNCIA (PCPI)

Para a determinação do período crítico de prevenção da interferência foram usados dois modelos de interferência: (a) inicialmente sujo e (b) inicialmente limpo. No modelo inicialmente sujo visou-se a determinação do período anterior à interferência (PAI), em que se manteve as parcelas com a presença das plantas daninhas com os feijoeiros desde a sua emergência até que os diferentes estádios de desenvolvimento: V2, V3, V4, R5, R6, R7 e R8 fossem alcançados, quando então foi feito o controle químico com Fluazifop-p-butil + Fomesafen na dose equivalente a $1,00 \text{ L ha}^{-1}$ do produto comercial (45), aplicado em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas, com equipamento de precisão pressurizado a CO_2 equipado com barra com quatro bicos leque tipo XR 110.02 VS, espaçados 0,50 cm entre si, com volume de aplicação de 120 L ha^{-1} e a partir de cada estágio de desenvolvimento a cultura foi mantida no limpo por meio do controle químico entre-linhas com o Paraquat a 30% de concentração, utilizando o aplicador manual de cordão embebido para a capina química nas entre-linhas do feijoeiro, tantas vezes quantas necessárias para se manter a cultura totalmente no limpo. Neste modelo foi mantida uma testemunha sempre suja até a maturação do feijoeiro.

No modelo inicialmente limpo visou-se a determinação do período total de prevenção da interferência (PTPI), em que se manteve a ausência das plantas daninhas nas parcelas desde a emergência do feijoeiro até os diferentes estádios de desenvolvimento: V2, V3, V4, R5, R6, R7 e R8, sendo o controle feito quimicamente

com Paraquat a 30% de concentração, utilizando o aplicador manual de cordão embebido para a capina química nas entre-linhas do feijoeiro, tantas vezes quantas necessárias para se manter a cultura totalmente no limpo, sendo posteriormente as parcelas mantidas com a presença das plantas daninhas, do estágio em questão até a maturação dos feijoeiros. Neste modelo foi mantida uma testemunha sempre limpa, na qual foram feitas, uma aplicação de Fluazifop-p-butil + Fomesafen na dose equivalente a 1,00 L ha⁻¹ do produto comercial (45) no estágio fenológico V3, com equipamento de precisão pressurizado a CO₂ equipado com barra com quatro bicos leque tipo XR 110.02 VS, espaçados 0,50 cm entre si, com volume de aplicação de 120 L ha⁻¹ e capinas química entre-linhas com o aplicador manual de cordão embebido, usando-se Paraquat a 30% de concentração, até a colheita do feijão.

3.5 - TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para a determinação do período crítico de prevenção da interferência, os dados dos rendimentos obtidos nos diferentes estádios fenológicos, em ambos os modelos de interferência, foram ajustados a um modelo de regressão não linear, por meio do programa TableCurve, usando a equação logística:

$$y = a + \frac{b}{[1 + (x/c)^d]}$$

onde y é rendimento de grãos, x é dias após a emergência dos feijoeiros e a , b , c e d são coeficientes, de modo que a é o rendimento mínimo, no início do ensaio para inicialmente limpo e no final do ensaio para inicialmente sujo, b é a diferença entre o rendimento máximo e o mínimo, c é o número de dias onde ocorreu 50% de redução no rendimento máximo e d é a declividade da curva. A opção pela equação logística

é pelo fato de que todos os componentes da equação apresentam significado biológico, conforme descrito acima, o que permite a determinação do período crítico de prevenção da interferência.

O início do período crítico de prevenção da interferência, identificado pelo final do período anterior a interferência (PAI) no modelo inicialmente sujo, foi calculado subtraindo-se a diferença mínima significativa (DMS a 5% de probabilidade) da média do rendimento máximo. O resultado foi substituído em y da equação logística obtendo-se assim o valor de x , que identifica o número de dias após a emergência do feijoeiro em que iniciou o período crítico de prevenção da interferência.

O final do período crítico de prevenção da interferência, coincidente com o final do período total de prevenção da interferência (PTPI) no modelo inicialmente limpo, foi calculado subtraindo-se a diferença mínima significativa (DMS a 5% de probabilidade) da média do rendimento máximo. O resultado foi substituído em y da equação logística obtendo-se assim o valor de x , que identifica o número de dias após a emergência do feijoeiro em que terminou o período crítico de prevenção da interferência.

Os dados obtidos para matéria seca dos feijoeiros foram transformados em $\log x$ para homogeneizar as variâncias, sendo posteriormente ajustados a um modelo de regressão não linear, por meio do programa TableCurve, usando a equação logística:

$$y = a + \frac{b}{[1 + (x/c)^d]}$$

onde y é massa seca do feijoeiro, x é dias após a emergência do feijoeiro e a , b , c e d são coeficientes, de modo que a é a massa seca mínima, no início do ensaio para

inicialmente limpo e no final do ensaio para inicialmente sujo, b é a diferença entre a massa seca máxima e a mínima, c é o número de dias onde ocorreu 50% de redução na massa seca máxima e d é a declividade da curva.

As médias de massa seca dos feijoeiros obtidas dentro de um mesmo modelo de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo, foram submetidas ao teste DMS a 5% de probabilidade, obtendo-se o valor da diferença mínima significativa, valor este que, foi subtraído da massa seca máxima obtida nas parcelas experimentais, tanto no modelo inicialmente sujo como limpo, resultando em um valor de massa seca em que, valores iguais ou maiores que estes, não diferiram significativamente, sendo então estes valores substituídos em y da equação logística, obtendo-se assim o valor de x , dias após a emergência do feijoeiro em que não houve diferença significativa no acúmulo de massa seca do feijoeiro, dentro de um mesmo modelo de interferência, inicialmente sujo ou inicialmente limpo.

Os dados de massa seca das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, foram transformados em $\log x$ para uniformização dos valores, sendo posteriormente ajustados a um modelo de regressão não linear, por meio do programa TableCurve, usando a equação logística para descrever a curva de acúmulo da matéria seca das infestantes.

Para a análise estatística das variáveis, número médio de vagens por planta, número médio de vagens no caule e nos ramos por planta, número médio de sementes nas vagens do caule e dos ramos por planta, os dados foram transformados em \sqrt{x} para homogeneizar as variâncias.

Todos os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico MSTATC. As variáveis cujas variâncias

se mostraram homogêneas, pelo teste de Bartlett, tiveram seus tratamentos analisados por meio do teste F e as médias comparadas pelo teste DMS a 5% de probabilidade (27).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar, na Tabela 3, os dias após a emergência dos feijoeiros e dias do calendário em que foram caracterizados os sete estádios fenológicos (V2 a R8) e as testemunhas, suja e limpa.

TABELA 3 Dias após a emergência (DAE) dos feijoeiros e do calendário (DC) em que os sete estádios fenológicos (V2 a R8) e as testemunhas (T), suja e limpa, foram caracterizados. Fazenda Escola/UEPG, Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Estádios	DAE	DC
V2	7	14/10
V3	22	29/10
V4	28	04/11
R5	42	18/11
R6	49	25/11
R7	63	09/12
R8	77	23/12
T	99	14/01

4.1 - PERÍODO CRÍTICO DE PREVENÇÃO DA INTERFERÊNCIA

O resumo da análise de variância do modelo de regressão não linear é apresentado no Anexo 4. Pode-se observar, que o modelo de regressão não linear ajustado para os rendimentos obtidos nos modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo, foi significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Na Figura 2, estão representadas as duas curvas ajustadas pela equação de regressão não linear, uma representando os rendimentos obtidos no modelo inicialmente sujo (sujoajs), que foi o período anterior à interferência (PAI) e a outra representando os rendimentos obtidos no modelo inicialmente limpo (limpoajs), que é o período total de prevenção da interferência (PTPI) e os pontos, sujo e limpo, representam os rendimentos médios obtidos. Comparando-se as médias dos tratamentos, pelo teste DMS a 5% de probabilidade, dentro do mesmo modelo de interferência, sujo ou limpo, observa-se que o valor da diferença mínima significativa ($P < 0,05$) é de 406 kg.ha^{-1} , o que permite verificar que rendimentos iguais ou superiores a 1769 kg.ha^{-1} ($2175 - 406$) e 2061 kg.ha^{-1} ($2467 - 406$) para os modelos sujo e limpo, respectivamente, não diferem significativamente e com esses rendimentos é possível calcular o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) de acordo com as equações abaixo:

$$\text{Para o modelo inicialmente sujo: } 1769 = 848,5 + \frac{1280}{[1 + (x/42,6)^{5,43}]}$$

onde x corresponde quando, em dias, termina o PAI ou inicia o PCPI.

$$\text{Para o modelo inicialmente limpo; } 2061 = 202,7 + \frac{6684,6}{[1 + (x/473)^{-0,45}]}$$

onde x corresponde quando, em dias, termina o PTPI e o PCPI.

Os valores de x correspondem a 35,8 e 57,5 dias, para sujo e limpo, respectivamente, de modo que 35,8 dias corresponde a um período intermediário entre os estádios fenológicos V4, que ocorreu aos 28 dias após a emergência, para R5, que ocorreu aos 42 dias após a emergência dos feijoeiros, enquanto que 57,5 dias corresponde a um período intermediário entre os estádios fenológicos R6, que ocorreu aos 49 dias após a emergência, para R7, que ocorreu aos 63 dias após a emergência dos feijoeiros, porém ainda caracterizando os estádios V4 e R6, verificando assim que o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) está entre os estádios fenológicos V4 (35,8 dias) e R6 (57,5 dias). Resultados semelhantes foram obtidos em outros trabalhos, em que se constatou que o período crítico de prevenção da interferência ocorreu entre os estádios fenológicos da segunda folha trifoliolada e as primeiras flores do feijoeiro, estágio R6 (60) e entre os estádios V3, primeira folha trifoliolada, a R8, enchimento de grãos (35).

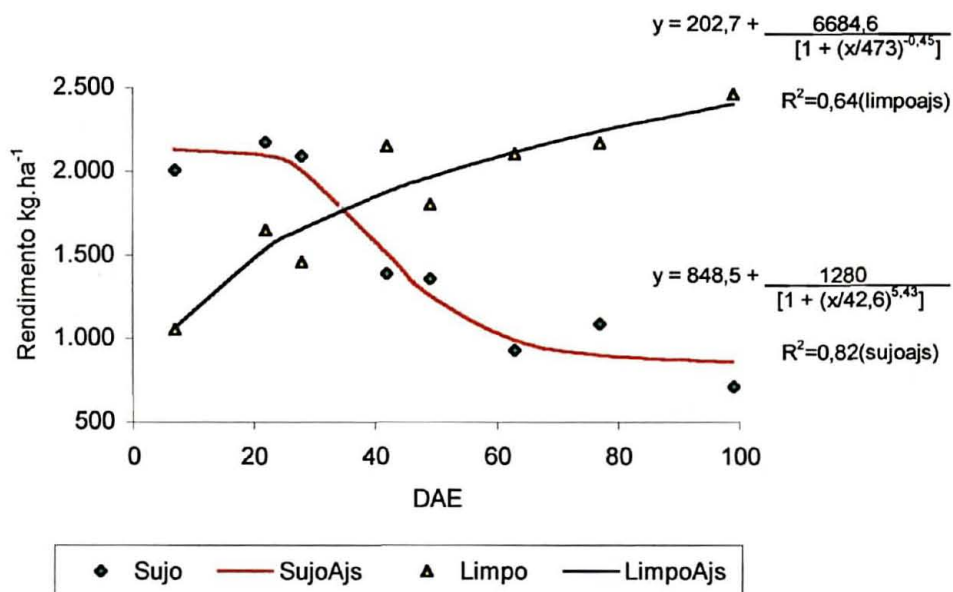


FIGURA 2 Rendimentos, em kg.ha⁻¹, obtidos nas parcelas experimentais (sujo e limpo) e ajustados pela regressão não linear (sujoajs e limpoajs) em dois modelos de interferência de plantas daninhas, inicialmente sujo e inicialmente limpo, sobre a cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', observados em dias após a emergência (DAE). Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

4.2 – RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES

O resumo das análises de variância das características avaliadas, é apresentado no Anexo 1 e os resultados da aplicação do teste de comparação de médias é apresentado na Tabela 4.

No Anexo 1, pode-se observar que entre as variáveis estudadas houve diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de F, entre os modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo e estádios fenológicos, para número médio de sementes por vagens e a 1% de probabilidade para rendimento, número médio de vagens por planta e massa média de 100 sementes.

4.2.1 – RENDIMENTO

Em relação aos rendimentos obtidos, pode-se verificar, na Tabela 4 e Figura 2, que houve diferença significativa entre os modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo, em todos os estádios de desenvolvimento. Dentro do mesmo modelo de interferência, os melhores rendimentos foram aqueles obtidos antes do estádio V4, para o modelo sujo e depois do estádio R5, para o modelo inicialmente limpo. Assim, o intervalo entre os estádios V4 e R5 caracteriza o período crítico de prevenção da interferência. Houve redução no rendimento de grãos de 67,30% entre a testemunha e o melhor rendimento obtido no estádio V3 inicialmente sujo e de 57,20% entre o estádio V2 inicialmente limpo e a testemunha limpa. Entre as testemunhas, suja e limpa, a redução foi de 71,00% no rendimento de grãos. Esses resultados concordam com trabalhos anteriores em que se constatou a redução no rendimento de grãos devido a interferência das plantas daninhas (01, 11, 31, 33, 34, 57, 59, 62).

4.2.2 – NÚMERO MÉDIO DE VAGENS POR PLANTA

Observa-se, na Tabela 4, que houve diferença significativa entre os modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo, para os estádios R6 e R7 e entre as testemunhas, suja e limpa, com reduções no número médio de vagens por planta para os tratamentos inicialmente sujos de 34,50%, 49,30% e 64,80%, respectivamente. Para os estádios fenológicos R6 e R7 inicialmente sujos, as reduções no número médio de vagens por planta ocorreram pelo fato de que esses estádios correspondem a uma fase crítica da cultura, florescimento e formação de vagens, onde a demanda por água, nutrientes, CO₂ e luz para a de síntese de

fotoassimilados é grande pela planta, ficando esta sensível a competição imposta pelas plantas daninhas, influenciando a determinação e fixação do número de vagens por planta.

TABELA 4 Dados médios originais de rendimento (R), em kg.ha⁻¹, número médio de vagens por planta (NMVP), número médio de sementes por vagem (NMSV) e massa média de 100 sementes (MM100S), em gramas, do feijoeiro, variedade 'FT Nobre', em dois modelos de interferência, inicialmente sujo (S) e inicialmente limpo (L), em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e uma testemunha (T) suja e limpa. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

		Estádios							
		V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	T
R	S	2007 ⁽¹⁾ a	2175 a	2903 a	1390 b	1360 b	929 b	1086 b	711 b
		A	A	A	B	B	C	BC	C
	L	1055 b	1651 b	1459 b	2152 a	1803 a	2105 a	2170 a	2467 a
		D	C	CD	AB	BC	AB	AB	A
NMVP	S	13,2 a	11,5 a	13,1 a	11,2 a	7,4 b	7,8 b	9,5 a	5,8 b
		A	A	A	AB	CD	BCD	ABC	D
	L	10,7 a	9,3 a	8,9 a	12,9 a	11,3 a	15,4 a	11,7 a	16,5 a
		C	C	C	ABC	BC	AB	BC	A
NMSV	S	4,84 a	4,40 a	4,31 a	4,78 a	4,42 a	4,40 a	3,69 b	3,59 a
		A	A	AB	A	A	A	BC	C
	L	3,89 b	3,97 a	3,84 a	4,41 a	4,60 a	4,02 a	4,59 a	4,10 a
		BC	ABC	C	ABC	A	ABC	AB	ABC
MM100S	S	19,54 a	19,31 a	19,41 a	19,18 a	19,43 a	18,38 a	18,36 b	17,71 b
		A	ABC	ABC	ABC	AB	BCD	CD	D
	L	18,14 b	18,38 a	18,69 a	19,26 a	18,58 a	19,28 a	19,90 a	19,90 a
		C	BC	BC	AB	BC	AB	A	A

¹ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na horizontal ou minúscula na vertical, não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Dentro do mesmo modelo de interferência, os melhores resultados foram obtidos nos estádios V2, V3 e V4 inicialmente sujos, que ocorreram antes do período crítico de prevenção da interferência e na testemunha limpa, com reduções de 56,00% e 54,00% no número médio de vagens por planta para sujo e limpo,

respectivamente, em relação aos melhores resultados obtidos dentro de um mesmo modelo de interferência. Esses dados concordam com resultados de trabalhos anteriores, que comprovam a influência negativa das plantas daninhas sobre o número de vagens por planta (15, 17, 31, 33, 34, 35, 52, 60, 62).

4.2.3 – NÚMERO MÉDIO DE SEMENTES POR VAGEM

Verifica-se, na Tabela 4, que dentro do modelo inicialmente sujo, não houve diferença significativa entre os estádios V2 a R7, diferindo significativamente dos demais o estádio R8 e testemunha suja, que foram estatisticamente semelhantes. Houve uma redução de 25,80% no número médio de sementes por vagem na testemunha suja em relação ao melhor tratamento, o estádio V2. Com relação ao modelo inicialmente limpo, verifica-se que não houve diferença significativa para o estádio V3 e entre os estádios R5 a R8 e testemunha limpa, sendo que o melhor resultado foi obtido em R6, final do período crítico de competição, mostrando que se a cultura for mantida livre da presença das plantas daninhas até o estádio R6, o número de sementes por vagens dos feijoeiros não serão influenciados pela interferência da comunidade infestante. Neste modelo, houve uma redução de 16,50% no número médio de sementes por vagens em relação ao melhor tratamento, o estádio R6.

Entre os modelos, inicialmente sujo e inicialmente limpo, só houve diferença significativa para os estádios V2 e R8, com redução no número médio de sementes por vagens de 19,60%, entre inicialmente sujo e inicialmente limpo, para ambos os estádios, onde V2 inicialmente sujo ficou apenas sete dias na presença das plantas daninhas, não influenciando o número de sementes por vagens, ao passo que V2

inicialmente limpo ficou praticamente todo o ciclo sob competição das plantas daninhas. Com relação ao estágio R8, a redução observada se deve ao fato de que este estágio é crítico para o feijoeiro, correspondendo a fase de enchimento de grãos, ficando assim sensível à competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente. Resultados semelhantes foram obtidos em trabalhos anteriores (31, 33, 60, 62).

4.2.4 – MASSA SECA DE 100 SEMENTES

Na Tabela 4, pode-se verificar que houve diferença significativa entre os modelos de interferência, sujo e limpo, apenas para os estádios V2 e R8 e entre as testemunhas, suja e limpa, com reduções na massa média de 100 sementes de 7,10%, 7,70% e 11,00%, respectivamente. Para o estágio V2 inicialmente limpo, a redução observada se deve ao fato de que a cultura ficou na ausência das plantas daninhas por um curto período de tempo, sete dias, ficando o restante do ciclo biológico na presença das infestantes e sob interferência, como o que ocorreu com a testemunha suja. Com relação ao estágio R8 inicialmente sujo, a redução observada é devido ao fato de que este estágio de desenvolvimento é crítico para o feijoeiro, correspondendo a fase de enchimento de grãos, onde a atividade metabólica da planta é intensa em fotossintetizar e translocar os fotoassimilados para os grãos, ficando assim sensível a competição imposta pelas infestantes.

Dentro do mesmo modelo de interferência, observa-se que para inicialmente sujo, o melhor resultado foi obtido no estágio V2, que ficou a maior parte do ciclo na ausência das plantas daninhas, ao passo que para inicialmente limpo, os melhores resultados foram obtidos no estágio R8, que ficou quase todo o ciclo do feijoeiro no

limpo e na testemunha limpa. Houve reduções na massa média de 100 sementes de 9,30% na testemunha suja em relação ao estágio V2 inicialmente sujo e de 8,80% no estágio V2 inicialmente limpo em relação a testemunha limpa. Esses resultados concordam com trabalhos anteriores de que a interferência das plantas daninhas influencia de forma negativa a massa de 100 sementes (33, 34, 60, 62).

4.3 – MATÉRIA SECA DO FEIJOEIRO

O resumo da análise de variância do modelo de regressão não linear é apresentado no Anexo 5. Pode-se observar que o modelo de regressão não linear ajustado para a massa seca do feijoeiro foi significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Na Figura 3, estão representadas as duas curvas ajustadas pela equação de regressão não linear, uma representando a massa seca dos feijoeiros inicialmente sujo (msfsajs) e a outra a massa seca do feijoeiro inicialmente limpo (msflajs) e os pontos, a massa seca do feijoeiro inicialmente sujo (msfs) e inicialmente limpo (msfl) obtida nas parcelas experimentais. Comparando-se as médias, pelo teste DMS a 5% de probabilidade, verifica-se que entre os modelos de interferência, sujo e limpo, só houve diferença significativa para os estádios R7 e R8, pelo fato de que além de serem fases críticas para o feijoeiro, formação de vagens e enchimento de grãos e sensíveis a competição, as plantas daninhas apresentaram um maior desenvolvimento, influenciando negativamente sobre a formação de biomassa, devido ao fato de que quando mais desenvolvidas competem em maior grau com o feijoeiro pelos fatores do ambiente essenciais ao crescimento e desenvolvimento, que são limitados no ecossistema comum.

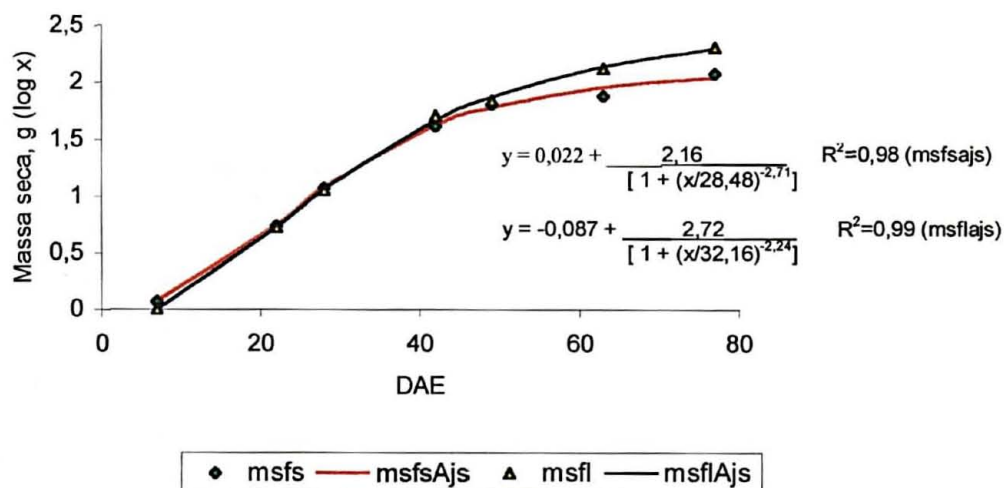


FIGURA 3 Massa seca de dez plantas do feijoeiro, em gramas, obtida nas parcelas experimentais (msfs e msfl) e ajustada pela regressão não linear (msfsajs e msflajs) em dois modelos de interferência de plantas daninhas, inicialmente sujo e inicialmente limpo, sobre a cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', observada em dias após a emergência (DAE). Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR.1996/97.

Dentro do mesmo modelo de interferência, sujo ou limpo, verifica-se que a diferença mínima significativa é de 0,10 gramas, assim valores de massa seca iguais ou superiores a 1,98 (2,08 – 0,10) e 2,21 (2,31 – 0,10) gramas, para os modelos sujo e limpo, respectivamente, não diferem significativamente, correspondendo a 66,3 dias para o modelo inicialmente sujo e 68,3 dias para o modelo inicialmente limpo, representando assim, para ambos os modelos, o estágio fenológico R7, que ocorreu aos 63 dias após a emergência do feijoeiro. Os dias foram calculados a partir das seguintes equações:

Para o modelo inicialmente sujo: $1,98 = 0,022 + \frac{2,157}{[1 + (x/28,48)^{-2,17}]}$

Para o modelo inicialmente limpo: $2,21 = -0,087 + \frac{2,72}{[1 + (x/32,16)^{-2,24}]}$

4.4– MATÉRIA SECA, ESPÉCIES PRESENTES E GRAU DE INFESTAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS

O resumo da análise de variância do modelo de regressão não linear é apresentado no Anexo 6. Pode-se observar que o modelo de regressão não linear ajustado para a massa seca das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, foi significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Na Figura 4, estão representadas as duas curvas ajustadas pela equação de regressão não linear, uma representando a massa seca das plantas daninhas de folhas largas (mspdfajs) e a outra a massa seca das plantas daninhas de folhas estreitas (mspdfaajs), os pontos representam a massa seca das plantas daninhas, folhas largas (mspdf) e estreitas (mspdfa), obtidas nas parcelas experimentais. Verifica-se que o aumento da massa seca das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, foi progressivo entre os estádios V2 a R8 até a testemunha suja, embora as maiores densidades fossem observadas nos estádios V3, V4 e R5, com média de 1.366 plantas por m², conforme pode-se observar na Tabela 5, porém as maiores densidades nestes estádios caracterizam-se por plantas de diferentes tamanhos e estádios de desenvolvimento, devido aos vários fluxos de germinação e a medida que aumentou a densidade e o crescimento das plantas daninhas, especialmente daquelas que germinaram no início do ciclo do feijoeiro, intensificou-se a competição interespecífica e intraespecífica, de modo que as plantas daninhas mais altas e

desenvolvidas tornaram-se dominante, ao passo que as menores foram suprimidas ou morreram, justificando assim a redução da densidade das infestantes com o aumento da massa seca das plantas daninhas nos estádios de desenvolvimento finais do feijoeiro (44).

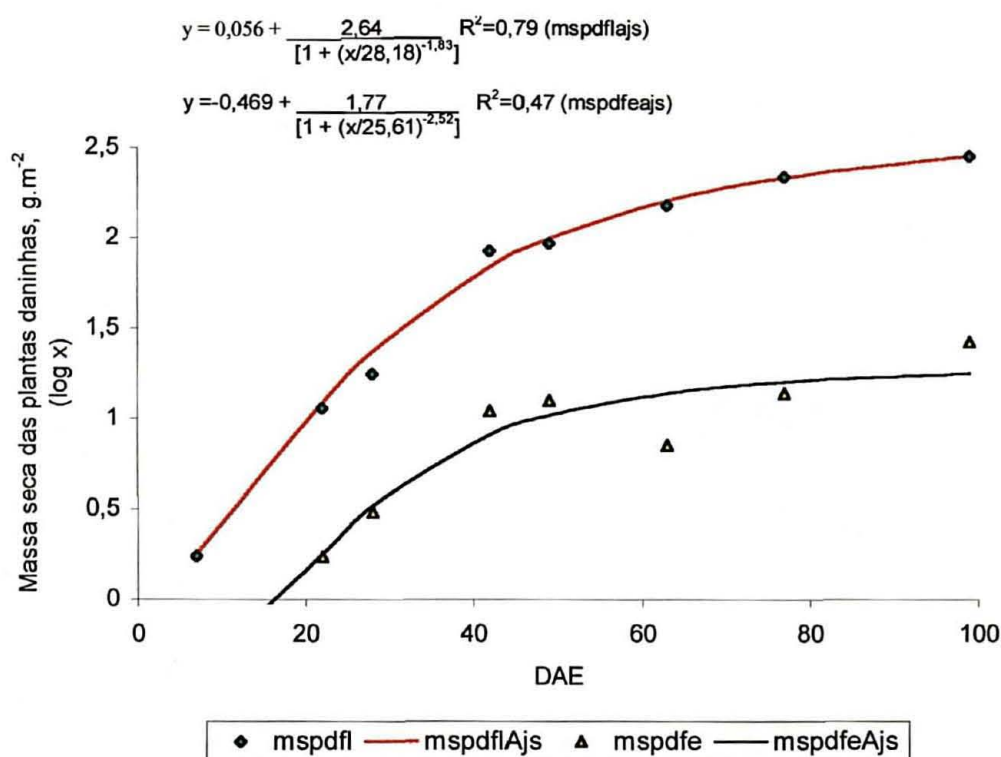


FIGURA 4 Massa seca, em gramas por m², das plantas daninhas, folhas largas (mspdf) e estreitas (mspdf) obtida nas parcelas experimentais e ajustada pela regressão não linear (mspdfAjs e mspdfAjs), no modelo de interferência inicialmente sujo, sobre o feijoeiro, variedade 'FT Nobre', observada em dias após a emergência (DAE). Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

A maior densidade, 1.658 plantas por m², ocorreu no estágio V4, início do período crítico de prevenção da interferência. Observa-se na Tabela 6, que as dicotiledôneas representam 61,30% da comunidade infestante, destacando-se as

espécies *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis*, com 30,60% e 16,60%, respectivamente; e as monocotiledôneas com 38,70% da comunidade infestante, com destaque para as espécies *Digitaria horizontalis* e *Brachiaria plantaginea*, com 23,60% e 14,30%, respectivamente. Estas quatro espécies correspondem a 85,10% dos indivíduos da comunidade infestante.

TABELA 5 Composição específica e densidade, em número de plantas por m², das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, presentes no modelo de interferência inicialmente sujo, na cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e em uma testemunha (T) suja. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Composição Específica	Estádios							
	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	T
<i>Bidens pilosa</i>	44	366	559	406	322	134	175	156
<i>Sida rhombifolia</i>	20	89	95	90	36	66	35	13
<i>Richardia brasiliensis</i>	62	250	277	223	77	184	92	15
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>Galinsoga parviflora</i>	18	9	31	46	89	68	0	4
<i>Ipomea spp</i>	1	2	6	0	0	0	1	0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	3	13	20	5	23	14	0	7
<i>Raphanus raphanistrum</i>	3	4	70	31	15	1	13	1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	5	33	11	0	4	5	0
SUB-TOTAL (1)	152	738	1092	812	563	471	321	197
<i>Digitaria horizontalis</i>	53	527	20	159	233	154	128	155
<i>Brachiaria plantaginea</i>	149	33	526	172	117	43	0	16
<i>Eleusine indica</i>	0	0	20	0	28	14	0	1
SUB-TOTAL (2)	202	560	566	331	378	211	128	172
TOTAL (1+2)	354	1298	1658	1143	941	682	449	369

4.5 – CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO FEIJOEIRO

O resumo das análises de variância das características avaliadas é apresentado no Anexo 2 e os resultados da aplicação do teste de comparação de médias é apresentado na Tabela 7.

No Anexo 2, pode-se observar que entre as variáveis estudadas não houve diferença significativa, pelo teste de F, entre os modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo e estádios fenológicos para comprimento médio do caule e número médio de vagens no caule por planta. Verifica-se, também, que para as demais características avaliadas houve diferença significativa a 5% de probabilidade para número médio de ramos por planta e a 1% de probabilidade para número médio de vagens nos ramos por planta, número médio de sementes no caule e nos ramos por planta.

4.5.1 – NÚMERO MÉDIO DE RAMOS POR PLANTA

Na Tabela 7, pode-se verificar que houve diferença significativa dentro do mesmo modelo de interferência, de modo que para inicialmente sujo os melhores resultados foram obtidos nos estádios V3 e R8, tendo o estágio R6 o pior resultado, apresentando uma redução no número médio de ramos por planta de 31,40% em relação ao melhor resultado, estágio V3. Para inicialmente limpo, o melhor resultado foi obtido na testemunha limpa, verificando-se uma redução de 28,90% no número médio de ramos por planta para o estágio V2 em relação a testemunha limpa. Entre os modelos, sujo e limpo, só houve diferença significativa entre as testemunhas, suja e limpa, com 33,00% de redução no número médio de ramos por planta para a primeira. Os resultados evidenciam e concordam com trabalhos anteriores (50) de

que a interferência das plantas daninhas foi um fator limitante na ramificação do feijoeiro, especialmente pelo fato de que, quando as infestantes estão mais desenvolvidas, além de competirem em maior grau, exercem um maior sombreamento sobre os feijoeiros e condições de baixa luminosidade reduzem a formação de ramos axilares (42).

TABELA 6 Composição percentual das populações de plantas daninhas (%), folhas largas e estreitas, presentes no modelo de interferência, inicialmente sujo, na cultura do feijoeiro-comum, variedade 'FT Nobre', em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e em uma testemunha (T) suja. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

[illegible]

TABELA 7 Dados médios originais do comprimento médio do caule (C), em cm, número médio de ramos por planta (NMRP), número médio de vagens no caule (NMVCP) e nos ramos por planta (NMVRP), número médio de sementes no caule (NMSCP) e nos ramos por planta (NMSRP), do feijoeiro, variedade 'FT Nobre', em dois modelos de interferência, inicialmente sujo (S) e inicialmente limpo (L), em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e uma testemunha (T) suja e limpa. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

		Estádios							
		V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	T
C	S	38,4 ⁽¹⁾	36,4	40,3	45,6	39,7	39,3	44,0	40,1
	L	43,3	35,4	37,9	38,0	37,2	41,4	41,9	38,0
NMRP	S	2,9 a	3,5 a	3,4 a	2,9 a	2,4 a	2,5 a	3,5 a	2,5 b
		ABC	A	AB	ABC	C	BC	A	ABC
	L	2,7 a	2,7 a	2,8 a	3,3 a	3,2 a	3,4 a	3,1 a	3,8 a
		B	B	B	AB	AB	AB	AB	A
NMVCP	S	6,1	4,3	5,4	4,9	3,2	4,4	4,3	3,4
	L	5,9	4,7	4,8	6,1	4,6	5,8	5,7	5,9
NMVRP	S	7,1 a	7,1 a	7,6 a	6,2 a	3,9 a	3,3 b	5,2 a	2,4 b
		A	A	A	AB	BCD	CD	ABC	D
	L	4,5 a	4,6 a	4,1 b	6,7 a	6,7 a	9,3 a	5,9 a	10,5 a
		C	C	C	ABC	ABC	AB	BC	A
NMSCP	S	30,6 a	20,9 a	30,2 a	23,7 a	15,6 a	18,4 a	15,9 b	12,5 b
		A	BC	A	AB	CD	BCD	CD	D
	L	24,7 a	20,4 a	20,6 b	27,1 a	22,4 a	25,9 a	28,5 a	25,6 a
		A	A	A	A	A	A	A	A
NMSRP	S	33,3 a	29,5 a	25,8 a	29,6 a	16,3 a	15,4 b	19,0 a	7,9 b
		A	AB	AB	AB	BC	BC	ABC	C
	L	16,5 b	16,3 a	13,6 a	30,2 a	29,7 a	34,1 a	24,6 a	42,4 a
		BC	BC	C	AB	AB	A	ABC	A

¹ Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal ou minúscula na vertical, não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

4.5.2 – NÚMERO MÉDIO DE VAGENS NOS RAMOS POR PLANTA

Pode-se observar, na Tabela 7, que dentro de um mesmo modelo, sujo ou limpo, houve diferenças significativas e os melhores resultados são observados antes do período crítico de prevenção da interferência, estádios V2, V3 e V4, para o modelo inicialmente sujo, com reduções médias de 68,40% no número médio de vagens nos ramos por planta para a testemunha suja em relação ao melhor resultado, estágio V4 sujo, ao passo que para inicialmente limpo, o melhor resultado foi obtido na testemunha limpa, verificando uma redução de 61,00% no número médio de vagens nos ramos por planta para o estágio V3 em relação a testemunha limpa. Comparando esses resultados com os obtidos para número médio de ramos por planta, verifica-se uma relação direta entre eles, constatando-se que as reduções observadas no número médio de vagens nos ramos são devido a redução no número médio de ramos por planta.

Entre os modelos de interferência, sujo e limpo, houve interação significativa para os estádios fenológicos V4 e R7 e entre as testemunhas, suja e limpa, com reduções no número médio de vagens nos ramos por planta de 46%, 65% e 77%, respectivamente. A redução observada para o estágio V4 inicialmente limpo ocorreu pelo fato de que o feijoeiro foi mantido na ausência das plantas daninhas somente até o início do período crítico de competição, quando então passou a conviver com a presença da comunidade infestante até o final do ciclo biológico, sofrendo assim a interferência das infestantes, enquanto que no estágio R7 inicialmente sujo, a redução observada se deve ao fato da presença das plantas daninhas em uma fase crítica do feijoeiro, formação de vagens, onde a demanda pelos fatores essenciais

ao crescimento e desenvolvimento são grandes pela cultura, ficando assim sensível a interferência das plantas daninhas (11, 42, 44).

4.5.3 – NÚMERO MÉDIO DE SEMENTES NO CAULE POR PLANTA

Na Tabela 7, pode-se observar que dentro de um mesmo modelo de interferência, só houve diferença significativa para inicialmente sujo, com melhor resultado obtido nos estádios V2 e V4, verificando-se uma redução de 59,20% no número médio de sementes no caule por planta para a testemunha suja em relação aos melhores resultados. Entre os modelos de interferência, houve interação significativa para os estádios V4 e R8 e entre testemunhas, suja e limpa. Para o estágio V4 inicialmente limpo, verifica-se redução de 32% no número médio de sementes no caule, em relação ao estágio V4 sujo, devido ao fato de que os feijoeiros permaneceram na ausência das plantas daninhas por um curto período de tempo até que este estágio fosse alcançado e quando iniciou o período crítico de prevenção da interferência passaram a conviver com a comunidade infestante, sendo submetidos a competição. Com relação ao estágio R8 sujo, verifica-se redução de 44% no número médio de sementes no caule, em relação ao estágio R8 limpo, devido a presença das plantas daninhas durante todo o período crítico de competição, prolongando-se até a fase de enchimento de grãos, que é sensível a competição. Entre as testemunhas, suja e limpa, a redução observada foi de 51,50% no número médio de sementes no caule por planta.

4.5.4 – NÚMERO MÉDIO DE SEMENTES NOS RAMOS POR PLANTA

Pode-se observar, na Tabela 7, que houve diferença significativa dentro de um mesmo modelo de interferência, onde para inicialmente sujo, verifica-se que os melhores resultados foram obtidos antes do período crítico de competição, estádios V2, V3, V4 e R5, ao passo que para inicialmente limpo foram após, estádios R5, R6, R7 e R8. As reduções no número médio de sementes nos ramos observadas foram 76,30% para a testemunha suja em relação ao melhor resultado, obtido no estágio V2, para o modelo inicialmente sujo e de 68,00% para o estágio V4 em relação a testemunha limpa, para o modelo inicialmente limpo. Observa-se nítida relação entre o número médio de sementes nos ramos, número médio de vagens nos ramos e número médio de ramos por planta, de modo que, onde a interferência das plantas daninhas reduziu o número de ramos por planta, houve reduções no número de vagens nos ramos e consequentemente no número de sementes nos ramos por planta, refletindo no rendimento final, conforme pode ser visto na Tabela 4.

Entre os modelos, inicialmente sujo ou inicialmente limpo, houve diferença significativa para os estádios V2 e R7 e entre as testemunhas, suja e limpa, com reduções no número médio de sementes nos ramos de 50,00%, 55,00% e 81,00%, respectivamente. A redução observada no estágio V2 inicialmente limpo, em relação ao inicialmente sujo, se deve ao fato de que os feijoeiros passaram praticamente todo o ciclo biológico na presença das plantas daninhas, inclusive o período crítico de prevenção da interferência, ao passo que, para o estágio R7 inicialmente sujo, em relação ao limpo, a redução ocorreu devido a interferência das infestantes em uma fase crítica dos feijoeiros, influenciando negativamente o número de vagens nos ramos e consequentemente o número de sementes nos ramos.

4.6 – PARTIÇÃO DA MATÉRIA SECA DOS FEIJOEIROS

O resumo das análises de variância das características avaliadas é apresentado no Anexo 3 e os resultados da aplicação do teste de comparação de médias é apresentado na Tabela 8.

No Anexo 3, pode-se observar que entre as variáveis estudadas houve diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de F, entre modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo e estádios fenológicos, para massa seca do caule e das vagens do caule e a 1% de probabilidade para massa seca dos ramos, das vagens dos ramos, das sementes do caule e dos ramos.

4.6.1 – MASSA SECA DO CAULE

Na Tabela 8, pode-se observar que houve diferenças significativas entre estádios dentro de um mesmo modelo de interferência, onde para inicialmente sujo, os menores acúmulos de massa seca no caule são observados no estágio R7, apresentando uma redução de 42,50% em relação ao estágio V2 sujo. Os demais estádios não apresentaram diferenças significativas entre si. Embora não tenha ocorrido diferença significativa para comprimento médio do caule, o estágio R7 apresentou maior comprimento do caule quando comparado aos estádios V2 e V3, para o modelo inicialmente sujo, conforme Tabela 7, porém apresentou menor massa seca do caule, caracterizando um estiolamento do caule e a influência negativa das plantas daninhas no acúmulo de massa seca. Para o modelo inicialmente limpo, os melhores resultados foram obtidos nos estádios V2, R5, R7 e R8. Para V2 e R5, os valores de massa seca do caule observados se devem ao comprimento do caule dos feijoeiros nos respectivos estádios, embora não tenha

ocorrido diferença significativa para comprimento médio do caule entre os estádios, conforme se verifica na Tabela 7, ao passo que para os estádios R7 e R8 além de apresentarem maiores comprimentos do caule, ficaram na ausência das plantas daninhas durante todo o período crítico de prevenção da interferência, de modo que o efeito do controle cultural dos feijoeiros sobre as plantas daninhas foi suficiente para impedir a competição. O estádio V3 inicialmente limpo apresentou redução da massa seca do caule de 39,00% em relação ao estádio R7 limpo.

Entre os modelos de interferência, sujo e limpo, houve diferença significativa para o estádio R7, devido ao fato de que, além de ser uma fase reprodutiva do feijoeiro sensível a competição, o maior desenvolvimento das plantas daninhas nesta fase da cultura, provocaram um maior sombreamento sobre os feijoeiros, competindo em maior grau por luz, de modo que interferiu na produção de biomassa pela planta. Entre as testemunhas, suja e limpa, observa-se 41,50% de redução na massa seca do caule, resultados estes que concordam com trabalhos anteriores (11, 17) de que a interferência das plantas daninhas influencia de forma negativa o acúmulo de massa seca na planta.

4.6.2 – MASSA SECA DOS RAMOS

Observa-se, na Tabela 8, que houve diferenças significativas entre estádios dentro de um mesmo modelo de interferência. Para inicialmente sujo, verifica-se que os estádios V2 e V4, apresentaram os melhores resultados, verificando-se uma relação direta entre número de ramos por planta e massa seca dos ramos, de modo que os estádios de desenvolvimento que apresentaram maiores números de ramos por planta também apresentaram maiores massa seca dos ramos. A testemunha

suja apresentou 68,20% de redução na massa seca dos ramos em relação ao estágio V2 sujo. Para o modelo inicialmente limpo, o melhor resultado foi obtido na testemunha limpa. Houve uma redução na massa seca dos ramos de 59,00% para o estágio V3 em relação a testemunha limpa.

Entre os modelos, sujo e limpo, houve diferença significativa para os estádios R6 e R7, embora não tenha ocorrido diferenças significativas para número de ramos por planta, conforme Tabela 7, assim pode-se constatar que estes estádios fenológicos, que apresentam alta atividade metabólica e fotossintética, são sensíveis a competição, especialmente por luz, de modo que a presença das plantas daninhas mais desenvolvidas nesta fase da cultura são extremamente prejudiciais à produção de biomassa pelos feijoeiros (11, 17, 34). Entre as testemunhas, suja e limpa, houve redução de 79,00% na massa seca dos ramos devido a interferência das plantas daninhas.

4.6.3 – MASSA SECA DAS VAGENS DO CAULE

Na Tabela 8, dentro de um mesmo modelo de interferência, observa-se que houve diferenças significativas entre estádios fenológicos. Para o modelo inicialmente sujo, os melhores resultados foram obtidos para os estádios V2, V3, V4 e R5, que foram os que apresentaram maiores números de vagens no caule por planta, embora não tenha ocorrido diferença significativa entre estádios para número médio de vagens no caule por planta, conforme Tabela 7. A testemunha apresentou 52,00% de redução na massa seca das vagens do caule em relação ao estágio V2 sujo. Para o modelo inicialmente limpo, só houve diferença significativa para o

estádio V4, que apresentou uma redução de 33,70% na massa seca das vagens do caule em relação ao estágio R5.

Entre os modelos, sujo e limpo, houve diferença significativa para o estágio R7, fase reprodutiva em que ocorre a formação das vagens, com grande demanda por fotoassimilados, onde a competição, especialmente por luz, imposta pela comunidade infestante, reduziu em 36,00% a massa seca das vagens do caule. Entre as testemunhas, suja e limpa, a redução foi de 55,00%, mostrando assim que as plantas daninhas influenciam negativamente o acúmulo da massa seca, especialmente nas fases mais críticas de desenvolvimento da planta (11, 17, 34).

4.6.4 – MASSA SECA DAS VAGENS DOS RAMOS

Pode-se observar, na Tabela 8, que houve diferenças significativas dentro de um mesmo modelo de interferência, sendo que para inicialmente sujo, os melhores resultados foram obtidos nos estádios V2, V3 e V4, no período anterior à interferência, ao passo que para inicialmente limpo, os melhores resultados foram no estágio R7, que corresponde a fase de formação de vagens e ficou no limpo por um período de tempo superior ao período crítico de competição, não sofrendo então influência da interferência das plantas daninhas nesta fase crítica do desenvolvimento; e na testemunha limpa, que ficou todo o ciclo livre da competição da comunidade infestante. As reduções na massa seca das vagens dos ramos observadas foram de 72,50% para a testemunha suja em relação ao melhor resultado obtido dentro do modelo inicialmente sujo, estágio V4 e de 59,50%, para o estágio V4 limpo em relação a testemunha limpa, no modelo inicialmente limpo. Verifica-se uma relação direta entre a massa seca das vagens dos ramos e o

número de vagens nos ramos por planta, de modo que os estádios, dentro de um mesmo modelo de interferência, que apresentaram as maiores massas seca das vagens nos ramos, apresentaram também maiores números de vagens nos ramos.

TABELA 8 Dados médios originais da massa seca, do caule (MSC), dos ramos (MSR), das vagens do caule (MSVC), das vagens dos ramos (MSVR), das sementes do caule (MSSC) e das sementes dos ramos (MSSR), em gramas, do feijoeiro, variedade 'FT Nobre', em dois modelos de interferência, inicialmente sujo (S) e inicialmente limpo (L), em sete estádios fenológicos (V2 a R8) e uma testemunha (T) suja e limpa. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

		Estádios ¹							
		V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	T
MSC	S	29,15 a	23,15 a	22,05 a	27,63 a	20,58 a	16,77 b	26,63 a	18,10 b
		A	ABC	ABC	A	ABC	C	AB	BC
	L	25,02 a	20,15 a	21,92 a	26,98 a	23,42 a	33,03 a	29,02 a	30,98 a
		ABCD	D	CD	ABCD	BCD	A	ABC	AB
MSR	S	12,30 a	9,27 a	11,80 a	9,70 a	6,05 b	4,87 b	8,60 a	3,92 b
		A	AB	A	AB	BC	BC	ABC	C
	L	7,87 a	7,65 a	7,80 a	12,05 a	11,35 a	16,88 a	10,40 a	18,63 a
		C	C	C	BC	C	AB	C	A
MSVC	S	16,13 a	11,20 a	15,45 a	12,80 a	10,55 a	10,93 b	10,43 a	7,70 b
		A	ABC	AB	ABC	BC	BC	BC	C
	L	13,60 a	12,73 a	11,57 a	17,45 a	12,60 a	17,10 a	15,00 a	17,17 a
		AB	AB	B	A	AB	A	AB	A
MSVR	S	17,65 a	17,60 a	18,77 a	15,23 a	9,95 b	7,40 b	11,68 b	5,17 b
		AB	AB	A	ABC	CD	D	BCD	D
	L	11,55 a	11,18 a	11,02 b	18,73 a	17,48 a	25,45 a	18,40 a	27,17 a
		C	C	C	B	BC	A	B	A
MSSC	S	49,43 a	27,15 a	37,48 a	33,94 b	24,91 a	26,84 b	22,66 b	14,40 b
		A	BC	AB	BC	CD	BC	CD	D
	L	27,58 b	30,23 a	27,12 a	46,17 a	34,17 a	42,10 a	40,43 a	49,99 a
		D	CD	D	AB	BCD	ABC	ABC	A
MSSR	S	52,58 a	48,10 a	55,94 a	45,61 a	23,46 b	19,48 b	27,61 a	11,40 b
		A	A	A	AB	C	C	BC	C
	L	25,07 b	28,23 b	21,79 b	55,28 a	46,66 a	68,46 a	39,69 a	81,79 a
		D	D	D	BC	C	AB	CD	A

¹ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na horizontal ou minúscula na vertical, não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Entre os modelos, inicialmente sujo e inicialmente limpo, houve diferença significativa para os estádios V4, R6, R7 e R8 e entre as testemunhas, suja e limpa, com reduções na massa seca das vagens dos ramos de 41,00%, 43,00%, 71,00%, 36,50% e 81,00%, respectivamente. Estas reduções, especialmente para os estádios V4 e R7, se devem ao fato do menor número de vagens nos ramos, além da influência negativa das infestantes na formação de biomassa pelo feijoeiro.

4.6.5 – MASSA SECA DAS SEMENTES DO CAULE

Observa-se, na Tabela 8, que houve diferenças significativas dentro de um mesmo modelo de interferência. Para inicialmente sujo, o melhor resultado foi no estágio fenológico V2, que ficou praticamente todo o ciclo na ausência das plantas daninhas, não sofrendo competição, a passo que para inicialmente limpo, o melhor resultado foi obtido na testemunha limpa, que ficou todo o ciclo na ausência das plantas daninhas, não sofrendo a interferência das infestantes. Houve reduções de 71,00% na massa seca dos grãos do caule, para a testemunha suja em relação ao estágio V2, para o modelo inicialmente sujo e de 46,00% para o estágio V4 em relação a testemunha limpa, no modelo limpo.

Entre os modelos, sujo e limpo, houve diferença significativa para os estádios V2, R5, R7 e R8 e entre testemunhas, com reduções de 44,00%, 26,50%, 36,00%, 44,00% e 71,00%, respectivamente. As reduções na massa seca dos grãos do caule para o estágio V2 limpo, se devem ao fato de que os feijoeiros ficaram praticamente todo o ciclo na presença das plantas daninhas, ficando sujeitos a competição, especialmente durante as fases mais críticas da cultura, ao passo que para o estágio R5 sujo, fase de pré-floração, a redução é devido a presença das infestantes

exatamente no período crítico de prevenção da interferência. Com relação aos estádios R7 e R8 sujo, fase de formação de vagens e enchimento de grãos, caracterizadas pela alta atividade metabólica e fotossintética da planta, as reduções observadas são devido ao maior desenvolvimento da comunidade infestante, que competiu em maior grau pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente, especialmente por luz, devido a sua maior altura, influenciando negativamente na formação de fotoassimilados pelo feijoeiro e conseqüentemente na massa seca dos grãos (11, 17, 34, 52).

4.6.6 – MASSA SECA DAS SEMENTES DOS RAMOS

Na Tabela 8, observa-se que houve diferenças significativas dentro de um mesmo modelo de interferência, de modo que para inicialmente sujo, os melhores resultados foram obtidos para os estádios V2 a V4, que ocorreram no período anterior à interferência. Constatou-se uma redução de 79,50% na massa seca das sementes dos ramos, para a testemunha suja em relação ao estágio V2. Para inicialmente limpo, a testemunha limpa apresentou o melhor resultado, verificando-se uma redução de 73,00% na massa seca das sementes dos ramos para o estágio V4 em relação a testemunha limpa.

Entre os modelos, verifica-se diferença significativa para os estádios V2, V3 e V4 inicialmente limpos, pois ficaram nas fases mais críticas e sensíveis, período crítico de competição e fase reprodutiva, sob interferência das plantas daninhas, o que prejudicou a formação e acúmulo de massa seca nas sementes, constatando-se uma redução média de 52,00%; bem como para os estádios R6 e R7 inicialmente sujos, que também ficaram com a presença da comunidade infestante em fases

sensíveis a competição, floração e formação de vagens, com uma redução média na massa seca das sementes dos ramos de 63,00%. Entre as testemunhas, suja e limpa, a redução na massa seca das sementes dos ramos foi de 86,00%, assim verifica-se com os resultados que a interferência das plantas daninhas influenciou negativamente a formação de biomassa nos feijoeiros, especialmente nas fases mais sensíveis a competição e de alta atividade fotossintética (11, 17, 34).

4.6.7 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PARTIÇÃO DA MATÉRIA SECA DOS FEIJOEIROS

Pode-se observar, na Tabela 8, que entre o modelos, inicialmente sujo e inicialmente limpo, a interferência das plantas daninhas, em geral, influenciou negativamente a partição da matéria seca dos feijoeiros, observando-se que a massa seca das vagens dos ramos, das sementes do caule e dos ramos, foram as variáveis mais influenciadas, verificando-se uma relação direta com o rendimento e seus componentes, conforme Tabela 4. As demais variáveis, massa seca, do caule, dos ramos e das vagens do caule, apresentaram menores variações, estando diretamente relacionadas com o comprimento do caule, número médio de ramos por planta e número médio de vagens no caule por planta, respectivamente, que foram as características morfológicas menos influenciadas pela interferência das plantas daninhas. Com esses resultados, pode-se constatar que a interferência das plantas daninhas alterou o acúmulo de matéria seca nas diferentes partes da planta, especialmente para os estádios finais de desenvolvimento dos feijoeiros, R7 e R8, devido ao maior porte e desenvolvimento das plantas daninhas, competindo assim em maior grau pelos fatores de crescimento.

5 – CONCLUSÕES

Para as condições ambientais e tratos culturais em que foi desenvolvida a presente pesquisa, pode-se concluir:

O período crítico de prevenção da interferência para o feijoeiro ocorreu entre os estádios fenológicos V4 e R6, de modo que para se obter os máximos rendimentos é necessário que a cultura fique na ausência das plantas daninhas durante este período de tempo. Para o manejo da cultura em relação às infestantes, todas as medidas de controle das plantas daninhas devem ser realizadas no máximo até o estágio fenológico V4.

O modelo de regressão não linear, equação logística, foi eficaz em determinar o período crítico de prevenção da interferência, ajustando-se aos dois modelos de interferência, inicialmente sujo e inicialmente limpo. Pelo fato de todas as suas variáveis apresentarem significado biológico, a equação permite que se faça diferentes inferências sobre o modo de se calcular e determinar o período crítico de prevenção da interferência.

A interferência das plantas daninhas reduziu o rendimento de grãos em 71,00% no tratamento que as plantas daninhas permaneceram por todo o ciclo dos feijoeiros em relação a testemunha limpa, influenciando negativamente os componentes do rendimento, especialmente o número médio de vagens por planta e a massa média de 100 sementes.

A interferência das plantas daninhas reduziu a matéria seca dos feijoeiros, nos estádios fenológicos R7 e R8, devido ao maior desenvolvimento das infestantes, que

competiram em maior grau pelos fatores de crescimento em fases crítica da cultura, onde a síntese e acúmulo de carboidratos pelos feijoeiros é grande.

As características morfológicas do feijoeiro também sofreram influência negativa da interferência das plantas daninhas, com exceção do comprimento médio do caule e número médio de vagens no caule por planta, que não foram influenciados pelas infestantes..

A interferência da comunidade infestante reduziu a produção de massa seca total nos feijoeiros, influenciando negativamente a partição da matéria seca na planta, especialmente a massa seca, das vagens dos ramos, das sementes do caule e dos ramos, refletindo no rendimento e seus componentes. A interferência das plantas daninhas sobre os feijoeiros influenciou as variáveis estudadas, especialmente para os estádios V2, R7 e R8.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 AGUNDIS, M. O. ; VALTIERRA, A. & CASTILLO, B. Periodos criticos de competencia entre frijol y malezas. **Agricultura Tecnica en México, México**, 2 (2) : 87 – 90, 1962/63.
- 02 ALMEIDA, F. S. Controle de plantas daninhas em plantio direto. **INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ**, Londrina, 1991, 34 p. (Circular nº67).
- 03 ALMEIDA, F. S. A alelopatia e as plantas. **INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ**, Londrina, 1988, 60 p. (Circular nº 53).
- 04 ALMEIDA, F. S. Cobertura morta como forma de redução do uso de herbicidas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3, PONTA GROSSA, 1985. **Anais...**, Castro: COOPERATIVA CENTRAL DE LATICÍNIO DO PARANÁ / FUNDAÇÃO ABC, 1985 a, p.118 – 129.
- 05 ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em plantio direto**, Campinas, 1985 b. p.103 – 144.
- 06 ALMEIDA, F. S. Controle de ervas. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto no Estado do Paraná**, Londrina, 1981. p. 101 – 144.
- 07 ANDERSON, W. P. **Weed Science : Principles**. West Publishing Company, St. Paul, Minnesota, 1983. 655p.
- 08 BALBINO, L. C. *et al.* Plantio direto. In: **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do fosfato, 1996. p. 301 – 352.

- 09 BARRETO, A. Competencia entre frijol y malas hierbas. **Agricultura Tecnica en México, México**, vol. 2, p. 519 – 526, 1970.
- 10 BLACK, C. C. ; CHEN, T. M. & BROWN, R. H. Biochemical basis for plant competition. **Weed Science**, vol. 17, p. 338 – 344, 1969.
- 11 BLACKSHAW, R. E. Hairy Nightshade (*Solanum sarrachoides*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) . **Weed Science**, vol. 39, nº 1, p. 39 – 48, 1991.
- 12 BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **O Biológico**, São Paulo, 38 (10) : 343 – 50, 1972.
- 13 BLANCO, H. G. ; OLIVEIRA, D. A. & ARAUJO, J. B. M. Competição das plantas daninhas com a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **O Biológico**, 35 (12) : 304 – 8, 1969.
- 14 BLEASDALE, J. K. A. Studies on plant competition. In: HARPER, J. L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford, Backwell Scientific Publication, 1960. p. 133 – 42.
- 15 CARVALHO, D. A. Estudo sobre a competição específica de malervas na cultura do feijoeiro. II. Efeito competitivo do capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) (LINK) HITCH.) e picão – preto (*Bidens pilosa* L.), em diferentes densidades, sobre o “stand” final, produção de grãos e componentes primários da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Prática**, Lavras, vol. 5, nº 2, p. 138 – 143, 1981.
- 16 CARVALHO, D. A. Estudo sobre a competição específica de malervas na cultura do feijoeiro. I. Efeito competitivo do capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*)(LINK) HITCH) e picão – preto (*Bidens pilosa* L.), em diferentes densidades, sobre o crescimento e nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Prática**, Lavras, vol. 4, nº 2, p. 171 – 179, 1980.

- 17 CERNA, L. & VALDEZ, V. Influencia de las poblaciones de las malezas *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Bidens pilosa* (L.) sobre el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) "Pirata 2". **Turrialba**, vol. 37, nº 4, p. 303 – 309, 1987.
- 18 CERNA, B. L. Determinación del período crítico de competencia de las malezas com el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) "Muy Finca" en el invierno. **Turrialba**, vol. 33, nº 3, p. 328 – 332, 1983.
- 19 CHISAKA, H. Weed damage to crops: yield loss due to weed competition. In: **Integrated control of weeds**. J.D. FRYER AND S. MATSUNAKA (Eds.), Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 262 p. Japan Scientific Societies Press, 1977. p. 1 – 16.
- 20 DENARDIN, J.E. & KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1993. p. 19 – 27.
- 21 DEUBER, R. Ciência das plantas daninhas. Fundamentos, vol. 1. FUNEP, Jaboticabal, 1992. 431p.
- 22 FERNANDEZ, F. ; GEPTS, P. & LOPES, M. Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum. **CIAT**, Cali, Colombia, 1982. 26 p.
- 23 FT – PESQUISA E SEMENTE. **Relatório Técnico**, Ponta Grossa, 1995. 88 p.
- 24 FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O feijão no Paraná**. Londrina, 1989. 303 p. (Circular nº 63).
- 25 GUIMARÃES, D. R. Plantas daninhas e seu controle na cultura do feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA S. A. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. p. 161 – 178.

- 26 INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976. 387 p.
- 27 KASASIAN, B.L. & SEEYANE, J. Critical periods for weed competition. **PANS**, vol 15, nº 2, p. 208 – 212, 1969.
- 28 KLINGMAN, G.C. & ASHTON, F.M. **Weed Science : Principles and Practices**. JONH WILEY & SONS (Eds), New York, 1975. 431 p.
- 29 KOEHLER, H.S. **Estatística experimental**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 1996, 124 p.
- 30 KRAMM M., V.E. ; VIEIRA, C. ; SILVA, J.F. & CARDOSO, A.A. Efeitos da competição com plantas daninhas sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, vol. 37 (212) : 345 – 361, 1990.
- 31 KRANZ, W.M. ; VIEIRA, C. ; CARDOSO, A.A. & REIS, M.S. Efeitos em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) da competição com ervas daninhas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO, 1, GOIÂNIA. **Anais ...**, Goiânia, 1982, p. 224 – 225.
- 32 LORENZY, H.J. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Plantio direto no Brasil**, Campinas, 1984. p. 13 – 46.
- 33 MALIK, V.S. ; SWANTON, C.J. & MICHAELS, T.E. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, row spacing and seedling density with annuals weeds. **Weed Science**, vol. 41, nº 1, p. 62 – 68, 1993.
- 34 NEARY, P.E. & MAJEK, B.A. Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) interference in snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Weed Technology**, vol. 4, nº 4, p. 743 – 748, 1990.

- 35 NGOUAJIO, M. ; FOKO, J. & FOUEJIO, D. The critical period of weed control in commom bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Cameroon. **Crop Protection**, vol. 16, nº 2, p. 127 – 133, 1997.

- 36 NIETO, J.H. ; BRONDO, M.A. & GONZALEZ, J.T. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. **PANS**, 14 (2) : 159 – 166, 1968.

- 37 OLIVER, L.R. Principles of weed threshold research. **Weed Technology**, vol. 2, nº 4, p. 398 – 403, 1988.

- 38 OLMOS, I.L.J. ; CARDOSO, A. ; CARVALHO, A.P. ; HOCHMÜLER, D.P. ; FASOLO, P.J. & RAUEN, M.J. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina : EMBRAPA / SNLCS / SUDESUL/ IAPAR , 1984. 412p. (Boletim Técnico, 57).

- 39 PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Acompanhamento da Situação Agropecuária do Paraná**, Curitiba, v. 5, 67 p.

- 40 PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, 11 (129) : 16 –27, 1985.

- 41 PITELLI, R.A. & DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, Belo Horizonte, 1984. **Resumos**. Piracicaba, SP, AUGEGRAP, 1984. p. 37.

- 42 PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 101 – 137.

- 43 RADOSEVICH, S.R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, vol. 1, nº 3, p. 190 – 198, 1987.

- 44 RADOSEVICH, S.R. & HOLT, J.S. **Weed Ecology: Implications for vegetation management**. JOHN WILEY & SONS (Eds), New York, 1984, 263 p.
- 45 RODRIGUES, B.N. & ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina, 1998. 648 p.
- 46 RODRIGUES, B.N. Controle de plantas daninhas em plantio direto. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa, 1997. p. 234 – 237.
- 47 RODRIGUES, B.N. & PASSINI, T. Controle de plantas daninhas num sistema de rotação de culturas em plantio direto. **Planta Daninha**, vol. 13, nº 1, 1995. p. 14 – 21.
- 48 RODRIGUEZ, M.M. de Los A. & FAIGUENBAUM, H. Capacidad competitiva de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), maravilha (*Helianthus annuus*) y papa (*Solanum tuberosum*) frente a las malezas y periodo critico de competencia. **SIMIENTE**, Santiago, vol. 55, nº 112, p. 40, 1985
- 49 ROMAN, E.S. & VELLOSO, J.A.R.O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: **Plantio direto no Brasil**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1993. p. 77 – 84.
- 50 SILVA, C. A R. Efeitos de período de convivência das plantas daninhas em cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Botucatu, FCA/UNESP, 1994. 98p. (Dissertação de Mestrado).
- 51 TIVELLI, S.W. ; IMAUTI, M.T. & MINAMI, K. Avaliação do período de matocompetição para feijão – vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Macarrão. **Solo**, Piracicaba, SP, vol. 79, p. 33 –36, 1987.

- 52 VALVERDE, L.R. & ARAYA, R. Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. . **Turrialba**, vol. 36, nº 1, p. 59 – 64, 1986.
- 53 Van HEEMST, H.D.J. The influence of weed competition on crop yield. **Agricultural Systems**, vol. 18, nº 2, p. 81 – 93, 1985.
- 54 VELINI, E.D. Interferência entre plantas daninhas e cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, I, Dourados, 1997. **Resumos...**, Dourados, 1997, p. 29 – 49.
- 55 VELLOSO, J.A.R.O. & SOUZA, R.O. de. Plantas daninhas no sistema plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1993. p. 61 – 73.
- 56 VICTORIA FILHO, R. Potencial de ocorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Plantio direto no Brasil**, Campinas, 1984.p. 13 – 46.
- 57 VIEIRA, C. Período crítico de competição entre ervas daninhas e a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, vol. 17 (94) : 354 – 67, 1970.
- 58 WILDNER, L. do P. Manejo do solo para a cultura do feijão: Principais características e recomendações técnicas. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA S. A. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. p. 83 – 114.
- 59 WILLIAN, R.D. Competição entre a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, vol. 20 (112) : 424 – 432, 1973.

- 60 WOOLLEY, B.L. ; MICHAELS, T.E. ; HALL, M.R. & SWANTON, C.J. The critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Weed Science**, vol. 41, n° 2, p. 180 – 184, 1993.
- 61 ZIMDAHL, R.L. The concept and application of the critical weed – free period. In: ALTIERI, M.A. & LIEBMAN, M. (Eds). **Weed management in agroecosystems : ecological approaches**. Boca Raton : CRC Press, 1988. 354 p. p. 145 – 155.
- 62 ZOLLINGER, R.K. & KELLS, J.J. Perennial sowthistle (*Sonchus arvensis*) interference in soybean (*Glycine max* L.) and dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Weed Technology**, vol. 7, n° 1, p. 52 – 57, 1993.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.	Análise de variância dos dados referentes a rendimento, número médio de vagens por planta, número médio de sementes por vagem na planta e massa média de 100 sementes dos feijoeiros. Fazenda Escola/UEPG. Ponta grossa, PR. 1996/97.	78
ANEXO 2.	Análise de variância dos dados referentes a comprimento médio do caule, número médio de ramos por planta, número médio de vagens no caule e nos ramos por planta, número médio de sementes no caule e nos ramos por planta, dos feijoeiros. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	79
ANEXO 3.	Análise de variância dos dados referentes a massa seca, do caule, ramos, vagens do caule e dos ramos, sementes do caule e dos ramos dos feijoeiros. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97. ..	80
ANEXO 4.	Análise de variância dos dados referentes aos rendimentos obtidos nos modelo de interferência, (a) inicialmente sujo e (b) inicialmente limpo, ajustados ao modelo de regressão não linear. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	81
ANEXO 5.	Análise de variância dos dados referentes a massa seca dos feijoeiros ajustada ao modelo de regressão não linear. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	82
ANEXO 6.	Análise de variância dos dados referentes a massa seca das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, ajustada ao modelo de regressão não linear. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.	83

ANEXO 1. Análise de variância dos dados referentes a rendimento, número médio de vagens por planta, número médio de sementes por vagem na planta e massa média de 100 sementes dos feijoeiros. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Fontes de Variação	Quadrados Médios				
	GL	Rendimento kg.ha ⁻¹	Nº vagens/planta	Nº sementes/vagem	Massa 100sementes
Bloco	3	4968,58 ^{ns}	0,812 ^{**}	0,166 ^{ns}	1,030 ^{ns}
Sujo (S) / Limpo (L)	1	489814,45 ^{**}	1,866 ^{**}	0,252 ^{ns}	0,165 ^{ns}
Estádio	7	32235,11 ^{ns}	0,157 ^{ns}	0,471 ^{ns}	0,201 ^{ns}
S/L X Estádio	7	392931,61 ^{**}	1,268 ^{**}	0,729 [*]	3,402 ^{**}
Erro	45	16457,02	0,185	0,239	0,546
CV (%)		17,14	13,08	11,51	3,89
X ²		9,20 ^{ns}	22,42 ^{ns}	12,08 ^{ns}	8,44 ^{ns}

^{ns} = F não significativo; ^{*} F significativo a 5% de probabilidade; ^{**} F significativo a 1% de probabilidade.

ANEXO 2. Análise de variância dos dados referentes a comprimento médio do caule, número médio de ramos por planta, número médio de vagens no caule e nos ramos por planta, número médio de sementes no caule e nos ramos por planta, dos feijoeiros. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Fontes de Variação	GL	Quadrados		Médios			
		Comp.(cm)	Nº ramos	Nº de vagens		Nº de Sementes	
				caule	ramos	caule	ramos
Bloco	3	42,97 ^{ns}	0,079 ^{ns}	0,275*	0,792*	2,058**	3,696*
Sujo (S) / Limpo (L)	1	28,35 ^{ns}	0,526 ^{ns}	0,772**	0,996*	2,571*	2,551 ^{ns}
Estádio	7	38,16 ^{ns}	0,286 ^{ns}	0,175*	0,042 ^{ns}	0,945*	0,785 ^{ns}
S/L X Estádio	7	26,77 ^{ns}	1,138*	0,119 ^{ns}	1,549**	1,577**	7,215**
Erro	45	31,68	0,434	0,072	0,216	0,373	1,241
CV (%)		14,13	21,81	12,05	19,39	12,92	23,18
X ²		8,99 ^{ns}	11,39 ^{ns}	11,07 ^{ns}	22,98 ^{ns}	19,76 ^{ns}	23,05 ^{ns}

^{ns} = F não significativo; * F significativo a 5% de probabilidade; ** F significativo a 1% de probabilidade

ANEXO 3. Análise de variância dos dados referentes a massa seca, do caule, ramos, vagens do caule dos ramos, sementes do caule e dos ramos dos feijoeiros. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Fontes de Variação	GL	Quadrados		Médios			
		massa seca		massa seca vagens		massa seca sementes	
		caule	ramos	caule	ramos	caule	ramos
Bloco	3	44,13 ^{ns}	37,49 [*]	53,33 [*]	110,25 ^{**}	63,74 ^{ns}	373,80 ^{ns}
Sujo (S)/ Limpo (L)	1	175,23 [*]	170,27 ^{**}	121,55 ^{**}	352,03 ^{**}	929,48 ^{**}	1712,30 ^{**}
Estádio	7	52,83 ^{ns}	8,55 ^{ns}	13,91 ^{ns}	10,17 ^{ns}	131,13 ^{ns}	268,87 ^{ns}
S/L X Estádio	7	109,30 [*]	100,01 ^{**}	39,31 [*]	253,26 ^{**}	622,67 ^{**}	2740,74 ^{**}
Erro	45	37,94	11,67	13,11	21,54	73,14	166,75
CV (%)		24,98	34,35	27,27	30,38	25,60	31,73
X ²		9,76 ^{ns}	21,41 ^{ns}	20,20 ^{ns}	23,24 ^{ns}	22,96 ^{ns}	19,32 ^{ns}

^{ns} = F não significativo; ^{*} F significativo a 5% de probabilidade; ^{**} F significativo a 1% de probabilidade

ANEXO 4. Análise de variância dos dados referentes aos rendimentos obtidos nos modelos de interferência, (a) inicialmente sujo e (b) inicialmente limpo, ajustados ao modelo de regressão. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Rendimento	Inicialmente
		Sujo	Limpo
Regressão	3	2790716,40**	1736240,60**
Erro	28	67987,35	105119,99

** F significativo a 1% de probabilidade

ANEXO 5. Análise de variância dos dados referentes a massa seca dos feijoeiros ajustada ao modelo de regressão. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Massa seca dos feijoeiros	
		Inicialmente sujo	Inicialmente limpo
Regressão	3	4,2521**	5,5880**
Erro	24	0,0066	0,0043

** F significativo a 1% de probabilidade

ANEXO 6. Análise de variância dos dados referentes a massa seca das plantas daninhas, folhas largas e estreitas, ajustada ao modelo de regressão. Fazenda Escola/UEPG. Ponta Grossa, PR. 1996/97.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Massa seca das plantas daninhas	
		Folhas largas	Folhas estreitas
Regressão	3	5,2583**	3,1148**
Erro	28	0,1449	0,4129

** F significativo a 1% de probabilidade